
LIBRARIES
72898 9





Uebersicht der ersten 66 Bände vom Schauplatz der Künste und Handwerke.

1r Bd. Cupels Conditor 1 Rthl. — 2r Bd. Thons Kunst, Bücher zu binden, 3te Aufl. 1 Rthl. — 3r Bd. Thons Holzheizkunst und Holzfärberei 1 Rthl. — 4r Bd. Kunst des Seifensiedens und Lichtziehens 16 gGr. — 5r Bd. Stöckels Tischlerkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 6r Bd. Vitalis Färbekunst, 2. Aufl. 1 Rthl. 12 gGr. — 7r Bd. Woltersdorfs Kunst des Bäckers 1 Rthl. 18 gGr. — 8r Bd. Schulze's Gold- und Silberarbeiter 1 Rthl. 8 gGr. — 9r Bd. Heyders Kleidermacherkunst 1 Rthl. — 10r Bd. Watins Staffirmaler 1 Rthl. — 11r Bd. Der Schuh- und Stiefelmacher 18 gGr. — 12r Bd. Thons Fleischerhandwerk 16 gGr. — 13r Bd. Huths Kochkunst 20 gGr. — 14r Bd. Thons Lackirkunst 3te Aufl. 2 Rthl. — 15r Bd. Thons Drehkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 16r Bd. Der Parfümeur oder Anweisung, alle Arten von Parfüms zu verfertigen 16 gGr. — 17r Bd. Morgensterns Ledergerberei 18 gGr. — 18r Bd. Thons Gebäudemaler u. Decorateur 1 Rthl. — 19r Bd. Wölfers Treppenbau, 2te Aufl. 8 gGr. — 20r Bd. Servière's Bierbrauerei und Bierkellereiwirthschaft 12 gGr. — 21r Bd. Riffaults Handbuch der Färberei 16 gGr. — 22r und 23r Bd. Matthaey's praktisches Handbuch für Maurer u. Steinhauer. 2 Bde. mit schwarzen Kpfrn. 2 Rthl. 18 gGr., mit illuminirten Kpfrn. 5 Rthl. — 24r Bd. Schedels Destillirkunst u. Likörfabrikation, 2te Aufl. 12 gGr. — 25r Bd. Thons Fabrikant bunter Papiere, 2te Aufl. 1 Rthl. — 26r Bd. Matthaey's Stein- u. Dammsetzer 1 Rthl. 8 gGr. — 27r Bd. Schulze's praktischer Unterricht in dem Bau der Reitsättel und Kummte. 18 gGr. — 28r Bd. Wölfers Kalk- und Gypsbrennerei 18 gGr. — 29r Bd. Servière's theoretisch-praktische Lehre von der Cultur etc. der Weine 18 gGr. — 30r Bd. Auchs Handbuch für Landuhrmacher 1 Rthl. 8 gGr. — 31r Bd. Höcks Beschreibung der Nadler-, Drahtzieher-, Kardätschenmacher-, Roth- und Gelbgießerarbeiten 12 gGr. — 32r Bd. J. G. Beumenbergers vollkommener Juwelier 18 gGr. — 33r Bd. Fontenelle's Handbuch der Essig- u. Senfbereitung 20 gGr. — 34r Bd. P. Schallers wohlunterrichteter Ziegler 1 Rthl. 6 gGr. — 35r Bd. G. P. F. Thons wohlunterrichteter Wachsfabrikant u. Wachszieher 1 Rthl. — 36r Bd. Julia Fontenelle's theoretisch-praktisches Handbuch der Oelbereitung u. Oelreinigung 1 Rthl. 6 gGr. — 37r Bd. G. A. Wettengels Geigen- u. Bogenmacherkunst 2 Rthl. 12 gGr. — 38r Bd. C. Pilzeckers Hutmacherkunst 18 gGr. — 39r Bd. F. C. A. Bergmanns Stärke- und Puderfabrikation 18 gGr. — 40r Bd. Peclets Kunst der Gebäude-, Zimmer- u. Straßenerleuchtung 1 Rthl. 12 gGr. — 41r Bd. Leischner's vollkommene Binirkunst 18 gGr. — 42r Bd. Das Haar als Schmuck, od. Handbuch d. Frisirkunst 12 gGr. — 43r Bd. Peschecks Ganze des Steindrucks 16 gGr. — 44r Bd. Haumanns Ganze des Seidenbaues 1 Rthl. — 45r Bd. Der Brunnen-, Röhren-, Pumpen- u. Spritzenmeister u. Bleiarbeiter 1 Rthl. — 46r Bd. Stratingh über Bereitung, Verbindung u. Anwendung des Chlors 1 Rthl. 12 gGr. — 47r—49r Bd. Theoretisch-praktisches Handbuch für Zimmerleute in allen ihren wesentlichen Verrichtungen, 3 Theile von Matthaey 5 Rthl. — 50r Bd. Petri, theoretisch-praktisches Handbuch der Schlosserkunst 1 Rthl. — 51r Bd. Matthaey, der Ofenbaumeister u. Feuermechanist 1 Rthl. 6 gGr. — 52r Bd. Matthaey, Kunst des Bildhauers in allen ihren Theilen 1 Rthl. 12 gGr. — 53r Bd. Lebrun, vollständiges Handbuch für Klempner u. Lampenfabrikanten 1 Rthl. 4 gGr. — 54r Bd. Doct. Th. Thon. Lehrbuch der Kupferstecherkunst, der Kunst in Stahl zu stechen und in Holz zu schneiden 1 Rthl. 12 gGr. — 55r Bd. Doct. Th. Thon, Lehrbuch der Reißkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 56r Bd. G. Frick, die Kunst, weißes Steingut mit durchsichtiger Glasur nach Art der Franzosen u. Engländer anzufertigen 2 Rthl. — 57r u. 58r Bd. Vollständiges, theoretisch-praktisches Handbuch der Mühlenbaukunst, von Doct. W. Weinholz 6 Rthl. — 59r Bd. C. F. Leischner, vollständig theoretisch-praktische Anleitung zur geschmackvollen und eleganten Verfertigung aller Arten Papparbeiten. 1 Rthl. — 60r Bd. Thons gründliche u. vollständige Anleitung, alle Arten Meerschaumpfeifenköpfe zu verfertigen. 18 gGr. — 61r Bd. Der vollkommene Dachdecker von C. L. Matthaey. 1 Rthl. 12 gGr. — 63r Bd. Bürck, Handbuch für Juweliere, Goldarbeiter etc. — 64r Bd. Lebrun, Handbuch für Riemer und Sattler. — 66r Bd. Verdam, angewandte Werkzeugswissenschaft und Mechanik. 1r Theil 1 Rthlr. 12 gGr.

Grundsätze
der angewandten
Werkzeugswissenschaft
und Mechanik
oder
allgemeine Grundregeln, nach welchen alle Gattungen von Werkzeugen und Maschinen nach den Erfordernissen des praktischen Betriebes zusammengesetzt und angewandt werden.

Ein
populäres Hand- und Lehrbuch
für
ausübende Maschinenbaumeister und Gewerbsschulen.

In vier Theilen.

Vierten Theiles
dritte Abtheilung,
enthaltend den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von
G. J. Verdam,
vormal. Professor der praktischen Mechanik und Direktor der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt
von
Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Mit 160 Abbildungen auf 5 Tafeln.

Weimar und Ilmenau, 1835.
Druck, Verlag und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Uebersicht der ersten 66 Bände vom Schauplatz der Künste und Handwerke.

1r Bd. Eupels Conditor 1 Rthl. — 2r Bd. Thons Kunst, Bücher zu binden, 3te Aufl. 1 Rthl. — 3r Bd. Thons Holzbeizkunst und Holzfärberei 1 Rthl. — 4r Bd. Kunst des Seifensiedens und Lichtziehens 16 gGr. — 5r Bd. Stöckels Tischlerkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 6r Bd. Vitalis Färbekunst, 2. Aufl. 1 Rthl. 12 gGr. — 7r Bd. Woltersdorfs Kunst des Bäckers 1 Rthl. 18 gGr. — 8r Bd. Schulze's Gold- und Silberarbeiter 1 Rthl. 8 gGr. — 9r Bd. Heyders Kleidermacherkunst 1 Rthl. — 10r Bd. Watins Staffirmaler 1 Rthl. — 11r Bd. Der Schuh- und Stiefelmacher 18 gGr. — 12r Bd. Thons Fleischerhandwerk 16 gGr. — 13r Bd. Huths Kochkunst 20 gGr. — 14r Bd. Thons Lackirkunst 3te Aufl. 2 Rthl. — 15r Bd. Thons Drehkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 16r Bd. Der Parfümeur oder Anweisung, alle Arten von Parfüms zu verfertigen 16 gGr. — 17r Bd. Morgensterns Ledergerberei 18 gGr. — 18r Bd. Thons Gebäudemaler u. Decorateur 1 Rthl. — 19r Bd. Wölfers Treppenbau, 2te Aufl. 8 gGr. — 20r Bd. Servière's Bierbrauerei und Bierkellereiwirthschaft 12 gGr. — 21r Bd. Riffaults Handbuch der Färberei 16 gGr. — 22r und 23r Bd. Matthaey's praktisches Handbuch für Maurer u. Steinhauer. 2 Bde. mit schwarzen Kpfrn. 2 Rthl. 18 gGr., mit illuminirten Kpfrn. 5 Rthl. — 24r Bd. Schedels Destillirkunst u. Likörfabrikation, 2te Aufl. 12 gGr. — 25r Bd. Thons Fabrikant bunter Papiere, 2te Aufl. 1 Rthl. — 26r Bd. Matthaey's Stein- u. Dammsetzer 1 Rthl. 8 gGr. — 27r Bd. Schulze's praktischer Unterricht in dem Bau der Reitsättel und Kummte. 18 gGr. — 28r Bd. Wölfers Kalk- und Gypsbrennerei 18 gGr. — 29r Bd. Servière's theoretisch-praktische Lehre von der Cultur rc. der Weine 18 gGr. — 30r Bd. Auchs Handbuch für Landuhrmacher 1 Rthl. 8 gGr. — 31r Bd. Höcks Beschreibung der Nadler-, Drahtzieher-, Kardätschenmacher-, Roth- und Gelbgießerarbeiten 12 gGr. — 32r Bd. J. G. Beumenbergers vollkommener Juwelier 18 gGr. — 33r Bd. Fontenelle's Handbuch der Essig- u. Senfbereitung 20 gGr. — 34r Bd. P. Schallers wohlunterrichteter Ziegler 1 Rthl. 6 gGr. — 35r Bd. G. P. F. Thons wohlunterrichteter Wachsfabrikant u. Wachszieher 1 Rthl. — 36r Bd. Julia Fontenelle's theoretisch-praktisches Handbuch der Oelbereitung u. Oelreinigung 1 Rthl. 6 gGr. — 37r Bd. G. A. Wettengels Geigen- u. Bogenmacherkunst 2 Rthl. 12 gGr. — 38r Bd. C. Pilzeckers Hutmacherkunst 18 gGr. — 39r Bd. F. C. A. Bergmanns Stärke- und Puderfabrikation 18 gGr. — 40r Bd. Peclets Kunst der Gebäude-, Zimmer- u. Straßenerleuchtung 1 Rthl. 12 gGr. — 41r Bd. Leischner's vollkommene Linirkunst 18 gGr. — 42r Bd. Das Haar als Schmuck, od. Handbuch d. Frisirkunst 12 gGr. — 43r Bd. Peschecks Ganze des Steindrucks 16 gGr. — 44r Bd. Haumanns Ganze des Seidenbaues 1 Rthl. — 45r Bd. Der Brunnen-, Röhren-, Pumpen- u. Spritzenmeister u. Bleiarbeiter 1 Rthl. — 46r Bd. Stratingh über Bereitung, Verbindung u. Anwendung des Chlors 1 Rthl. 12 gGr. — 47r—49r Bd. Theoretisch-praktisches Handbuch für Zimmerleute in allen ihren wesentlichen Verrichtungen, 3 Theile von Matthaey 5 Rthl. — 50r Bd. Petri, theoretisch-praktisches Handbuch der Schlosserkunst 1 Rthl. — 51r Bd. Matthaey, der Ofenbaumeister u. Feuermechanist 1 Rthl. 6 gGr. — 52r Bd. Matthaey, Kunst des Bildhauers in allen ihren Theilen 1 Rthl. 12 gGr. — 53r Bd. Lebrun, vollständiges Handbuch für Klempner u. Lampenfabrikanten 1 Rthl. 4 gGr. — 54r Bd. Doct. Th. Thon, Lehrbuch der Kupferstecherkunst, der Kunst in Stahl zu stechen und in Holz zu schneiden 1 Rthl. 12 gGr. — 55r Bd. Doct. Th. Thon, Lehrbuch der Reißkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 56r Bd. G. Frick, die Kunst, weißes Steingut mit durchsichtiger Glasur nach Art der Franzosen u. Engländer anzufertigen 2 Rthl. — 57r u. 58r Bd. Vollständiges, theoretisch-praktisches Handbuch der Mühlenbaukunst, von Doct. W. Weinholz 6 Rthl. — 59r Bd. C. F. Leischner, vollständig theoretisch-praktische Anleitung zur geschmackvollen und eleganten Verfertigung aller Arten Papparbeiten. 1 Rthl. — 60r Bd. Thons gründliche u. vollständige Anleitung, alle Arten Meerschaumpfeifenköpfe zu verfertigen. 18 gGr. — 61r Bd. Der vollkommene Dachdecker von C. F. Matthaey. 1 Rthl. 12 gGr. — 63r Bd. Bürck, Handbuch für Juweliere, Goldarbeiter rc. — 64r Bd. Lebrun, Handbuch für Riemer und Sattler. — 66r Bd. Verdam, angewandte Werkzeugswissenschaft und Mechanik. 1r Theil 1 Rthlr. 12 gGr.

Die
Grundsätze
nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind.

Ein
populäres Hand- und Lehrbuch
für
Maschinenbaumeister, Fabrikbesitzer und Gewerbsschulen.

Dritte Abtheilung,
enthaltend
den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von
G. J. Verdam,
vormal. Professor der praktischen Mechanik und Direktor der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt
von
Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Weimar und Ilmenau, 1835.
Druck, Verlag und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Uebersicht der ersten 66 Bände vom Schauplatz der Künste und Handwerke.

1r Bd. Eupels Conditor 1 Rthl. — 2r Bd. Thons Kunst, Bücher zu binden, 3te Aufl. 1 Rthl. — 3r Bd. Thons Holzbeizkunst und Holzfärberei 1 Rthl. — 4r Bd. Kunst des Seifensiedens und Lichtziehens 16 gGr. — 5r Bd. Stöckels Tischlerkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 6r Bd. Vitalis Färbekunst, 2. Aufl. 1 Rthl. 12 gGr. — 7r Bd. Woltersdorfs Kunst des Bäckers 1 Rthl. 18 gGr. — 8r Bd. Schulze's Gold- und Silberarbeiter 1 Rthl. 8 gGr. — 9r Bd. Heyders Kleidermacherkunst 1 Rthl. — 10r Bd. Watins Staffirmaler 1 Rthl. — 11r Bd. Der Schuh- und Stiefelmacher 18 gGr. — 12r Bd. Thons Fleischerhandwerk 16 gGr. — 13r Bd. Huths Kochkunst 20 gGr. — 14r Bd. Thons Lackirkunst 3te Aufl. 2 Rthl. — 15r Bd. Thons Drehkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 16r Bd. Der Parfümeur oder Anweisung, alle Arten von Parfüms zu verfertigen 16 gGr. — 17r Bd. Morgensterns Ledergerberei 18 gGr. — 18r Bd. Thons Gebäudemaler u. Decorateur 1 Rthl. — 19r Bd. Wölfers Treppenbau, 2te Aufl. 8 gGr. — 20r Bd. Servière's Bierbrauerei und Bierkellereinwirthschaft 12 gGr. — 21r Bd. Riffaults Handbuch der Färberei 16 gGr. — 22r und 23r Bd. Matthaey's praktisches Handbuch für Maurer u. Steinhauer. 2 Bde. mit schwarzen Kpfrn. 2 Rthl. 18 gGr., mit illuminirten Kpfrn. 5 Rthl. — 24r Bd. Schedels Destillirkunst u. Likörfabrikation, 2te Aufl. 12 gGr. — 25r Bd. Thons Fabrikant bunter Papiere, 2te Aufl. 1 Rthl. — 26r Bd. Matthaey's Stein- u. Dammsetzer 1 Rthl. 8 gGr. — 27r Bd. Schulze's praktischer Unterricht in dem Bau der Reitsättel und Kummte. 18 gGr. — 28r Bd. Wölfers Kalk- und Gypsbrennerei 18 gGr. — 29r Bd. Servière's theoretisch-praktische Lehre von der Cultur rc. der Weine 18 gGr. — 30r Bd. Auchs Handbuch für Landuhrmacher 1 Rthl. 8 gGr. — 31r Bd. Höcks Beschreibung der Nadler-, Drahtzieher-, Kardätschenmacher-, Roth- und Gelbgießerarbeiten 12 gGr. — 32r Bd. J. G. Beumenbergers vollkommener Juwelier 18 gGr. — 33r Bd. Fontenelle's Handbuch der Essig- u. Senfbereitung 20 gGr. — 34r Bd. P. Schallers wohlunterrichteter Ziegler 1 Rthl. 6 gGr. — 35r Bd. G. P. F. Thons wohlunterrichteter Wachsfabrikant u. Wachszieher 1 Rthl. — 36r Bd. Julia Fontenelle's theoretisch-praktisches Handbuch der Oelbereitung u. Oelreinigung 1 Rthl. 6 gGr. — 37r Bd. G. A. Wettengels Geigen- u. Bogenmacherkunst 2 Rthl. 12 gGr. — 38r Bd. C. Pilzeckers Hutmacherkunst 18 gGr. — 39r Bd. F. C. A. Bergmanns Stärke- und Puderfabrikation 18 gGr. — 40r Bd. Peclets Kunst der Gebäude-, Zimmer- u. Straßenerleuchtung 1 Rthl. 12 gGr. — 41r Bd. Leischner's vollkommene Linirkunst 18 gGr. — 42r Bd. Das Haar als Schmuck, od. Handbuch d. Frisirkunst 12 gGr. — 43r Bd. Peschecks Ganze des Steindrucks 16 gGr. — 44r Bd. Haumanns Ganze des Seidenbaues 1 Rthl. — 45r Bd. Der Brunnen-, Röhren-, Pumpen- u. Spritzenmeister u. Bleiarbeiter 1 Rthl. — 46r Bd. Stratingh über Bereitung, Verbindung u. Anwendung des Chlors 1 Rthl. 12 gGr. — 47r—49r Bd. Theoretisch-praktisches Handbuch für Zimmerleute in allen ihren wesentlichen Verrichtungen, 3 Theile von Matthaey 5 Rthl. — 50r Bd. Petri, theoretisch-praktisches Handbuch der Schlosserkunst 1 Rthl. — 51r Bd. Matthaey, der Ofenbaumeister u. Feuermechanist 1 Rthl. 6 gGr. — 52r Bd. Matthaey, Kunst des Bildhauers in allen ihren Theilen 1 Rthl. 12 gGr. — 53r Bd. Lebrun, vollständiges Handbuch für Klempner u. Lampenfabrikanten 1 Rthl. 4 gGr. — 54r Bd. Doct. Th. Thon. Lehrbuch der Kupferstecherkunst, der Kunst in Stahl zu stechen und in Holz zu schneiden 1 Rthl. 12 gGr. — 55r Bd. Doct. Th. Thon, Lehrbuch der Reißkunst 1 Rthl. 12 gGr. — 56r Bd. G. Frick, die Kunst, weißes Steingut mit durchsichtiger Glasur nach Art der Franzosen u. Engländer anzufertigen 2 Rthl. — 57r u. 58r Bd. Vollständiges, theoretisch-praktisches Handbuch der Mühlenbaukunst, von Doct. W. Weinholz 6 Rthl. — 59r Bd. C. F. Leischner, vollständig theoretisch-praktische Anleitung zur geschmackvollen und eleganten Verfertigung aller Arten Papparbeiten. 1 Rthl. — 60r Bd. Thons gründliche u. vollständige Anleitung, alle Arten Meerschaumpfeifenköpie zu verfertigen. 18 gGr. — 61r Bd. Der vollkommene Dachdecker von C. L. Matthaey. 1 Rthl. 12 gGr. — 63r Bd. Bürck, Handbuch für Juweliere, Goldarbeiter rc. — 64r Bd. Lebrun, Handbuch für Riemer und Sattler. — 66r Bd. Verdam, angewandte Werkzeugswissenschaft und Mechanik. 1r Theil 1 Rthlr. 12 gGr.

Grundsätze
der angewandten
Werkzeugswissenschaft und Mechanik
oder
allgemeine Grundregeln, nach welchen alle Gattungen von Werkzeugen und Maschinen nach den Erfordernissen des praktischen Betriebes zusammengesetzt und angewandt werden.

Ein
populäres Hand- und Lehrbuch
für
ausübende Maschinenbaumeister und Gewerbsschulen.

In vier Theilen.

Vierten Theiles
dritte Abtheilung,
enthaltend den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von
G. J. Verdam,
vormal. Professor der praktischen Mechanik und Director der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt
von
Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Mit 160 Abbildungen auf 5 Tafeln.

Weimar und Ilmenau, 1835.
Druck, Verlag und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Die Grundsätze nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind.

Ein populäres Hand- und Lehrbuch für Maschinenbaumeister, Fabrikbesitzer und Gewerbsschulen.

Dritte Abtheilung,

enthaltend

den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von

G. J. Verdam,

vormal. Professor der praktischen Mechanik und Direktor der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt von

Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Weimar und Ilmenau, 1835.

Druck, Verlag und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Inhalt.

Dritte Abtheilung.

Praktischer Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besondern Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Seite

Erstes Kapitel.

*

Zweites Kapitel.

Grundsätze der angewandten Werkzeugswissenschaft.

Vierter Theil.

Ueber die Dampfmaschinen.

Dritte Abtheilung.

Praktischer Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Erstes Kapitel.

Ueber die Dampfkessel, die Oefen derselben rc.

121) Aus den Beschreibungen, welche in de vorhergehenden Abtheilung hinsichtlich einiger Einrichtungen von Dampfkesseln der Hauptsache nach gegeben worden sind, hat man bereits entnehmen können, daß bei der Bestimmung oder der Feststellung der zweckmäßigen Einrichtungen, der gehörigen Formen und der erforderlichen Größe dieser Haupt- und so zu sagen ersten Theile der Dampfmaschinen

auf sehr viele Dinge zugleich Rücksicht genommen werden müsse, während jedes dieser Dinge natürlich von verschiedenen Bedingungen abhängig ist. Bei einer gehörigen Erörterung dieses Gegenstandes muß sich die Untersuchung besonders auf die Kessel und auf die Heizräume derselben verbreiten. Hinsichtlich der Kessel kommen in Betrachtung:

1) Die verschiedenen Formen und Einrichtungen derselben;

2) Die Größe ihrer Oberfläche, in sofern diese die Wärme vom Feuer empfängt;

3) Der Inhalt derselben, sowohl was das Wasser, als was den Dampf anlangt;

4) Die Metallstärke derselben;

5) Die Menge Brennstoff, welche erforderlich ist, um die Kessel bis zum erforderlichen Grade zu erwärmen.

Hinsichtlich der Feuerräume hat man zu berücksichtigen:

1) Die Heerde oder Oefen;

2) Die Schornsteine, und zwar die Einrichtung, die Größe und den Bau dieser zwei Haupttheile des Heizraumes.

Wegen der gegenseitigen Abhängigkeit der Formen und der Größe der Kessel und der Heizräume ist es jedoch nicht möglich, die oben erwähnten Folgeordnung genau in Obacht zu nehmen. Es muß zuvor das Eine und das Andere über die absolut nöthige wärmeempfangende Oberfläche der Dampfkessel, über die Consumtion des Brennstoffes und über die Einrichtung und Dimensionen der Schornsteine erörtert und festgestellt werden, bevor bestimmter über die Einrichtungen und Dimensionen der Dampfkessel und ihrer Feuerheerde gehandelt und geurtheilt werden kann.

§. I.

Ueber die Größe der wärmeempfangenden Oberfläche der Dampfkessel und über die Consumtion des Brennstoffes.

122) Man kann sagen, daß die Oberfläche des Kessels, in sofern dieselbe der Wirkung des Feuers ausgesetzt werden muß, in sehr vielen Fällen willkührlich ist, sobald man nicht auf die Quantität Brennstoff Rücksicht nimmt, die zur Dampferzeugung verwendet wird. Diese Oberfläche muß aber eine weniger willkührliche, oder eine schärfer bestimmte Größe erhalten, sobald es darauf ankommt, den Dampf mit der geringsten Consumtion von Brennstoff zu erzeugen. Offenbar haben wir es hier mit der wärmeempfangenden Oberfläche in dem letztern Sinne zu thun, und dann wird dieselbe besonders bedingt durch die Temperatur, welche der zu erzeugende Dampf erhalten soll; durch die Quantität des Dampfes, welche in einer bestimmten Zeit erzeugt werden soll; und auch durch die Form des Kessels, oder durch die Gestalt und die relative Stellung der wärmeempfangenden Oberfläche.

Die Quantität des im Kessel befindlichen Wassers, die Leitungsfähigkeit des Stoffes, aus welchem der Kessel zusammengesetzt ist, und der Grad der Feuerwärme müssen auch als Gegenstände der Berechnung, oder der Untersuchung in Berücksichtigung gezogen werden.

Angenommen, der Kessel sey von gewöhnlicher Form; er empfange allein durch seinen Boden die Feuerwärme; und die Hitze der Flamme, so wie der heißen Luft, sey an allen Theilen des Bodens sich gleich und entspreche im Durchschnitt einer Temperatur von T Graden. Wenn dann die Temperatur des Dampfes t Grade betragen soll, so besteht eine Temperaturdifferenz $= (T - t)^{\circ}$. Damit die

Temperatur des Wassers und des Dampfes bei t Graden erhalten werde, muß die Flamme, so zu sagen, einen Verlust an Hitze erleiden, der durch die Mittheilung herbeigeführt wird; und wenn man diesen Fall der Wärmeausstrahlung einer Substanz, die in eine Röhre eingeschlossen ist, gleichsetzen kann, so wird die Quantität der mitgetheilten Wärme der Differenz der Temperaturen und der wärmeempfangenden Oberfläche proportional seyn. Nennt man nun die Oberfläche in Quadratellen O und eine gewisse unveränderliche Zahl, welche durch die Erfahrung bestimmt werden muß, n, so ist die Quantität der mitgetheilten Wärme $= n \cdot O\,(T - t)$. Um aber z. B. 1 Pfund Dampf von t° zu erzeugen, sind $550 + t$ Wärmeeinheiten erforderlich (erste Abtheilung Art. 11); daraus ergibt sich nun eine Gleichung, aus welcher man findet

$$O = \frac{550 + t}{n \cdot (T - t)}.$$

In dieser Gleichung ist n hauptsächlich abhängig vom Stoffe des Kessels und von der Zeit, in welcher die Quantität von 1 Pfund Dampf von t° erzeugt werden soll, wohl verstanden indessen, so lange t und T unveränderlich bleiben.

Nach dieser Berechnung (die ziemlich mit derjenigen übereinstimmt, mittelst welcher Tredgold die Größe der wärmeempfangenden Oberfläche der Dampfkessel bestimmt) hängt Alles nur ab von den Versuchen, durch welche die Größe n bestimmt wird. Aber auch angenommen, daß diese Größe n nicht zugleich mit abhängig sey von der Feuerhitze T (nämlich von der Hitze der Flamme ꝛc.), und von der Temperatur t des Dampfes (in welchem Falle eben so viele Versuche angestellt werden müßten, als Grade der Dampfspannung bestehen, auf welche die

§. I.

Ueber die Größe der wärmeempfangenden Oberfläche der Dampfkessel und über die Consumtion des Brennstoffes.

122) Man kann sagen, daß die Oberfläche des Kessels, in sofern dieselbe der Wirkung des Feuers ausgesetzt werden muß, in sehr vielen Fällen willkührlich ist, sobald man nicht auf die Quantität Brennstoff Rücksicht nimmt, die zur Dampferzeugung verwendet wird. Diese Oberfläche muß aber eine weniger willkührliche, oder eine schärfer bestimmte Größe erhalten, sobald es darauf ankommt, den Dampf mit der geringsten Consumtion von Brennstoff zu erzeugen. Offenbar haben wir es hier mit der wärmeempfangenden Oberfläche in dem letztern Sinne zu thun, und dann wird dieselbe besonders bedingt durch die Temperatur, welche der zu erzeugende Dampf erhalten soll; durch die Quantität des Dampfes, welche in einer bestimmten Zeit erzeugt werden soll; und auch durch die Form des Kessels, oder durch die Gestalt und die relative Stellung der wärmeempfangenden Oberfläche.

Die Quantität des im Kessel befindlichen Wassers, die Leitungsfähigkeit des Stoffes, aus welchem der Kessel zusammengesetzt ist, und der Grad der Feuerwärme müssen auch als Gegenstände der Berechnung, oder der Untersuchung in Berücksichtigung gezogen werden.

Angenommen, der Kessel sey von gewöhnlicher Form; er empfange allein durch seinen Boden die Feuerwärme; und die Hitze der Flamme, so wie der heißen Luft, sey an allen Theilen des Bodens sich gleich und entspreche im Durchschnitt einer Temperatur von T Graden. Wenn dann die Temperatur des Dampfes t Grade betragen soll, so besteht eine Temperaturdifferenz $= (T - t)^{\circ}$. Damit die

ten Zeit, z. B. in 1 Minute erforderlich ist, so bekommt man für einige Fälle die folgenden Resultate in nachstehenden runden Zahlen

Eine Maschine von		braucht in jeder Minute auf die Pferdekraft		
	1 Pferdekraft		1050	Kubikpalmen Dampf.
	2 Pferdekräften		1040	
	10 " "		960	
	20 " "		950	
	30 " "		940	
	50 " "		930	
	100 " "		925	

Die Resultate dieser Berechnungen sind auf die Weise erlangt worden, daß der Durchschnitt des Cylinders mit der Geschwindigkeit des Kolbens in der Minute multiplicirt worden und vom Produkte $\frac{1}{10}$ abgezogen worden ist, um auch den Raum in Rechnung zu bringen, welcher immer zwischen dem Kolben und den Schlußplatten des Cylinders übrig bleibt, wenn sich der Kolben in seinem höchsten oder tiefsten Stande befindet; ferner den Verlust durch Leckwerden, durch Abkühlung u. s. w. Dabei ist noch vorausgesetzt, daß die Maschinen mit ihrer höchsten Kraft arbeiten, daß aber der Dampf, wenn er auch im Kessel die Pression von beinahe $1\frac{1}{3}$ Atmosphären besitzt, im Cylinder nur mit dem Druck 1 Atmosphäre wirksam ist. Da nun die Wahrscheinlichkeit eines größern Verlustes durch Leckwerden u. s. w. bei großen Maschinen größer ist, als bei kleinen, so darf man in der Praxis wohl annehmen, daß größere Maschinen für die Pferdekraft mehr Dampf brauchen, als in dem eben mitgetheilten Tabellchen angegeben worden ist, und dann irrt man keineswegs in praktischen Fällen, wenn man im Durchschnitte annimmt, daß **auf jede Pferdekraft in jeder Minute eine Quantität von 1000 Kubikpalmen**, oder von

Berechnung angewendet werden soll), so bleibt eine solche Bestimmung von n, durch welche diese Größe in der Berechnung verschiedener Fälle mit derselben Sicherheit angewendet werden könnte, dennoch äußerst schwierig. Denn in der Praxis breitet sich der Feuerheerd nur unter einem gewissen Theile des Bodens aus, so daß die Wärmequantitäten, welche der Kessel an verschiedenen Punkten seines Bodens empfängt, sehr verschieden seyn müssen. Wenn man deßhalb die Versuche im Kleinen macht, und der ganze Boden des Kessels von der Flamme eines Feuers berührt wird, so kann das Resultat solcher Versuche nur eine sehr ungenaue Angabe für die Anwendung im Großen gewähren. Und bei diesem Allem ist dann auch noch nicht in Anschlag gebracht worden, daß der Kessel auch von der Seite die Wärme des heißen Rauches empfängt, der nach und nach eine immer niedrigere Temperatur erlangt, so daß auch die Versuche, welche im Großen gemacht worden sind, obschon sie Resultate geben, die man in Ermangelung besserer in praktischen Fällen benutzen darf und kann, dennoch keinen sichern Werth für die Zahl n ergeben können.

Fernere Berechnungen oder Anwendungen der oben angegebenen Formel sollen deßhalb hier, um nicht zu Irrthümern Veranlassung zu geben, ganz weggelassen und nur die wenigen Data erwähnt werden, welche aus der Erfahrung abgeleitet sind.

123) Wenn man nach der Weite der Cylinder für Maschinen von verschiedenem Caliber und nach den Geschwindigkeiten der Bewegungen der Dampfkolben (worüber bereits in der Tabelle des Art. 53 der zweiten Abtheilung Angaben vorhanden sind), berechnet, wie viel Dampf für den regelmäßigen Gang einer Dampfmaschine von niederem Druck und von *gewöhnlicher Construction* in einer bestimm-

ten Zeit, z. B. in 1 Minute erforderlich ist, so bekommt man für einige Fälle die folgenden Resultate in nachstehenden runden Zahlen

Eine Maschine von	1 Pferdekraft	braucht in jeder Minute auf die Pferdekraft	1050	Kubikpalmen Dampf.
	2 Pferdekräften		1040	
	10 " "		960	
	20 " "		950	
	30 " "		940	
	50 " "		930	
	100 " "		925	

Die Resultate dieser Berechnungen sind auf die Weise erlangt worden, daß der Durchschnitt des Cylinders mit der Geschwindigkeit des Kolbens in der Minute multiplicirt worden und vom Produkte $\frac{1}{10}$ abgezogen worden ist, um auch den Raum in Rechnung zu bringen, welcher immer zwischen dem Kolben und den Schlußplatten des Cylinders übrig bleibt, wenn sich der Kolben in seinem höchsten oder tiefsten Stande befindet; ferner den Verlust durch Leckwerden, durch Abkühlung u. s. w. Dabei ist noch vorausgesetzt, daß die Maschinen mit ihrer höchsten Kraft arbeiten, daß aber der Dampf, wenn er auch im Kessel die Pression von beinahe $1\frac{1}{3}$ Atmosphären besitzt, im Cylinder nur mit dem Druck 1 Atmosphäre wirksam ist. Da nun die Wahrscheinlichkeit eines größern Verlustes durch Leckwerden u. s. w. bei großen Maschinen größer ist, als bei kleinen, so darf man in der Praxis wohl annehmen, daß größere Maschinen für die Pferdekraft mehr Dampf brauchen, als in dem eben mitgetheilten Tabellchen angegeben worden ist, und dann irrt man keinesweges in praktischen Fällen, wenn man im Durchschnitte annimmt, daß auf jede Pferdekraft in jeder Minute eine Quantität von 1000 Kubikpalmen, oder von

1 Kubikelle Dampf im Kessel erzeugt werden müsse.

Dabei wird angenommen, daß der Dampf von niederer Pression sey und beinahe eine Temperatur von 108° besitze; und nach Tabelle II zu Ende der ersten Abtheilung ist zur Erzeugung von 1 Kubikelle Dampf zu 108° eine Quantität von ziemlich $\frac{3}{4}$ Kannen (Liter) oder 0,75 Kubikpalmen, oder 0,75 niederländische Pfund Wasser nöthig. Man kann dann annehmen, daß bei Dampf von niederer Pression im Durchschnitt $\frac{3}{4}$ Kubikpalmen Wasser in der Minute für jede Pferdekraft verdampft werden müssen, was auf die Stunde 45 Kubikpalmen austrägt.

Geht man nun von den Erfahrungen aus, welche der berühmte James Watt an seinen Dampfmaschinen von niederem Druck und von einfacher Wirkung gemacht hat, so muß man annehmen, daß, um (bei einem guten Ofen und einem mäßigen Feuer, durch welches das Wasser beständig im Kochen erhalten wird, und der Kessel am längsten in brauchbarem Zustande bleibt) reichlich 28 Kubikpalmen Wasser binnen 1 Stunde in Dampf von niedriger Pression zu verwandeln, eine Kesseloberfläche von beinahe $\frac{3}{4}$ Quadratellen der Wärme des Feuers, der Flamme und des Rauches ausgesetzt werden müsse. Um 45 Kubikpalmen Wasser in Dampf zu verwandeln, muß deßhalb eine Kesseloberfläche von beinahe 120 Quadratpalmen oder $1\frac{1}{5}$ Quadratelle dem Feuer exponirt werden. Und 1 Quadratelle wird dieser Bestimmung nach ausreichend seyn, um innerhalb 1 Stunde 37 Kubikpalmen oder Kannen reines Wasser in Dampf zu verwandeln.

Unter wärmeempfangender Oberfläche wird indessen, worauf besonders zu achten ist, hier nicht allein

der über dem Heerde liegende Boden des Kessels verstanden, unter welchem die Flamme durchstreicht, sondern auch die Seitenwände der äußeren oder inneren Feuerkanäle, mit einem Worte, alle diejenigen Theile der Kesselwandung, welche entweder von unten, oder von der Seite mit der Flamme, oder dem heißen Rauche in Berührung stehen. Ginge es jederzeit an, das Wasser allein von unten zu erwärmen, so daß der Boden des Kessels allein die wärmeempfangende Oberfläche bildete, so müßte häufig eine Oberfläche von ¾ Quadratellen auf die Pferdekraft für die Aufnahme der Wärme ausreichend seyn, und die Kessel würden dabei eine ansehnliche Verminderung des Volumens erfahren können; aber wegen der geschwinden Abnahme der Feuerhitze vom vordern Ende des Kessels bis zum hintern Ende und wegen Schwierigkeiten der Construction kann dieses, wie in der Folge deutlicher einleuchten wird, meistentheils nicht stattfinden.

Wenn die angenommene Oberfläche von 120 Quadratpalmen im Durchschnitt für viele Fälle ausreichend ist, so muß man dieselbe, je nach den verschiedenen stattfindenden Umständen, dennoch größer, oder kleiner nehmen, um immer einen gleichguten Effect zu erlangen. Dieses muß natürlich abhängen von der Qualität des Brennstoffes, von der Einrichtung des Feuerheerdes, von der Beschaffenheit des Wassers, von dem Stoff und von der Form des Kessels und von seiner Länge, oder viemehr von dem Wege, welchen die Flamme und der Rauch bis zur Mündung des Schornsteines zurücklegen müssen; das Clima übt auch seinen Einfluß aus. Bei Brennstoff der besten Sorte und einem gutziehenden Feuer kann eine kleinere Oberfläche ausreichend sein. Ist das Wasser hart, oder ist die Maschine auf eine kleine Zahl von Pferdekräften eingerichtet,

so ist es vortheilhaft, die Oberfläche größer zu nehmen. Einige wollen selbst in jedem Fall eine größere Oberfläche, nämlich von 135 Quadratpalmen anrathen, um von der Feuerhitze den größten Vortheil zu ziehen, und zu gleicher Zeit die Dauer der Kessel aus gewalztem Eisen so viel wie möglich zu befördern. Wenn aber der Rauch bei zu niedriger Temperatur in den Schornstein steigt, so hat das Feuer schlechten Zug, und für lange Kessel ist dann die eben erwähnte Oberfläche offenbar zu groß.

Man bemerkt auch in der Praxis große Differenzen in diesem Betreff, obschon daraus nicht gefolgert werden darf, daß für diese Differenzen bei den Maschinenbauern Gründe bestanden haben, welche auf den eben genannten verschiedenen Umständen beruhen. Da es nicht bekannt ist, wie groß die erwärmende Oberfläche in jedem Falle seyn müsse, um das genügendste Resultat zu geben, so darf man die mehr erwähnten Umstände bei der Erwägung, ob die wärmeempfangende Oberfläche größer, oder kleiner seyn müsse, nicht aus dem Auge verlieren. Eine Oberfläche von $1\frac{1}{10}$ Quadratelle für Maschinen unter 20 Pferdekräften, und eine Oberfläche von 1 Quadratelle für Maschinen von mehr als 25 Pferdekräften sind, bei einer guten Qualität der Steinkohlen und bei einem gut eingerichteten Feuerheerd im Durchschnitt ausreichende Oberflächen, um den Dampf, welcher auf die Pferdekraft erfordert wird, mit einem lebhaft brennenden, jedoch mäßigen Feuer anhaltend zu erzeugen. Bei der Erörterung der Formen der Dampfkessel und der Einrichtung der Oefen soll das Eine und das Andere noch näher erläutert werden.

Wie oben bereits bemerkt worden ist, sollten, wenn der Dampf mit höherer Pression wirken soll,

eben so viele besondere Versuche angestellt werden, um die wärmeempfangende Oberfläche für die verschiedenen Temperaturen, bis zu welchen der Dampf erhitzt werden muß, zu bestimmen. Dergleichen Versuche sind, so viel dem Verfasser bekannt ist, nicht gemacht worden. Da jedoch der Dampf von hohem Druck, der z. B. eine Spannung von 6 oder 7 Atmosphären über die atmosphärische haben soll (und bis zu diesem Druck geht man noch selten) nur eine Temperatur von mehr, als 160° bedarf, und demnach zwischen dieser Temperatur und derjenigen des Dampfes von niederm Drucke keine sehr große Differenz (50°) besteht, so kann der Irrthum auch nicht sehr groß seyn, wenn man sich bei Ermangelung von Erfahrungsresultaten an die oben gegebene Berechnung und Ergebnisse hält, sobald man nur, wenn die Kessel wegen des kleinen Kalibers der Maschinen nicht groß sind, deren wärmeempfangende Oberfläche größer annimmt, als die Berechnung angibt, damit nicht die heiße Luft und der Rauch bei ihrem Uebertritt in den Schornstein eine zu hohe Temperatur besitzen, wodurch man zu viel von der Feuerwärme verlieren kann. Um der erwähnten Berechnung zu folgen, berechne man die Quantität des Dampfes, welche für 1' erforderlich ist (nach dem voraus bestimmten Durchschnitte des Cylinders und der Geschwindigkeit des Kolbens), wie oben erklärt worden ist; man bestimme hierdurch und aus der Spannung, die der Dampf im Kessel haben soll, die Quantität des Wassers, welche erforderlich ist, um die genannte Quantität Dampf zu erzeugen, und bediene sich dazu der Angaben, die in Tabelle IV der ersten Abtheilung zusammengestellt sind; wenn man alsdann annimmt, daß, um Dampf von 1 bis 6 Atmosphären zu erzeugen für das Verdampfen von je 10 Pfunden (oder Kubikpalmen) Wasser in

der Stunde eine wärmempfangende Oberfläche des Kessels erfordert wird, welche 22 bis 20 Quadratpalmen beträgt, so ergibt sich daraus die ganze Oberfläche entweder für die Pferdekraft, oder für den ganzen Kessel.

124) Consumtion des Brennstoffes. Was die Erfahrung über die Consumtion des Brennstoffes von guter Qualität gelehrt hat, beschränkt sich vornehmlich auf den Fall, daß Dampf von niederem Druck erzeugt wird. Mit den Resultaten dieser Erfahrung stimmen auch die Berechnungen sehr gut überein, die man über diesen Punkt anstellen kann.

Angenommen, z. B. daß die Steinkohlen, die als Brennstoff dienen, von der besten Qualität sind, und daß der Feuerheerd, die Feuerkanäle und der Schornstein die vortheilhafteste Einrichtung haben und auf die vollkommenste Weise ausgeführt sind, so können, nach Abzug der Verluste durch Ausstrahlung und unvollkommene Mittheilung, aus 1 Pfund Steinkohlen 6500 Wärmeeinheiten entwickelt werden, und die Quantität Dampf von t° Temperatur, welche mit 1 Pfund Steinkohlen erzeugt werden kann, wird dann

$$= \frac{6500 - 0{,}382 \cdot A \cdot T}{540 + t} \text{ Pfunde.}$$

In dieser Formel bezeichnet A die Anzahl von Kubikellen Luft, die zur Verbrennung von 1 Pfund Steinkohlen nöthig sind, und T die Temperatur der heißen Luft bei dem Uebertritt in den Schornstein (siehe Art. 17 erste Abtheilung). Häufig muß man rechnen, daß auf's Pfund Steinkohlen eine Quantität von 20 Kubikellen Luft, sowohl für die eigentliche Verbrennung, wie für denjenigen Theil erforderlich ist, der unzerlegt durch's Feuer geht; gleich-

wohl wollen wir diese Quantität = 15 Kubikellen setzen. Wenn dann T = 200° und t = 106° beträgt, so erzeugt 1 Pfund Steinkohlen eine Quantität von

$$\frac{6500 - 0{,}382 \cdot 15 \cdot 200}{540 + 106} = \frac{6500 - 1150}{646} = 8{,}26$$

Pfunden Dampf. Wenn nun für 1 Pferdekraft stündlich nur 40 Pfund Wasser (statt 45 Pfund, was im vorhergehenden Art. als das Maximum angegeben wurde) in Dampf verwandelt werden müssen, so sind dazu etwa $4\frac{8}{10}$ Pfund Steinkohlen erforderlich.

Dieses Durchschnittsresultat wird in der Praxis selten erlangt; der Feuerheerd und der Kessel einer Dampfmaschine von niederm Druck und von mittelmäßiger Kraft müssen ganz gut eingerichtet seyn, wenn die Consumtion des Brennstoffes auf die Pferdekraft nur 5 niederländische Pfunde Steinkohlen bester Sorte betragen soll. Im Durchschnitte kann man wohl 6 Pfund rechnen, und dann stößt man in diesem Betreff noch auf große Verschiedenheiten in der Praxis. Diese Verschiedenheiten rühren von vielerlei Umständen her: 1) Von der Qualität der Steinkohlen. 2) Von der Einrichtung des Ofens und von der bessern oder schlechtern Construction des Schornsteines. 3) Von der Art, das Feuer zu beschicken und von dem mehr oder weniger häufigen Oeffnen der Heerdthüre, indem nämlich der Verlust an Feuerhitze, welche durch die einströmende Luft herbeigeführt wird, wenn die Thür des Feuerheerdes geöffnet wird, recht gut $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der ganzen Wärme betragen kann. 4) Von der Construction des Kessels, von dem Stoffe desselben und von der Art und Weise, wie er am besten vor Erkalten gesichert ist, und auch von seiner Größe;

denn aus Gründen, die oben bereits angegeben sind, verlangt ein kleiner Kessel verhältnißmäßig mehr Feuer, als ein großer, eben so wie auch in einem großen Kessel, der zu einer Maschine von größerem Kaliber gehört, auch verhältnißmäßig weniger Dampf auf die Pferdekraft erzeugt werden muß, als in dem Kessel einer kleinern Dampfmaschine; und der Wärmeverlust durch Abkühlung ist bei größeren Kesseln auch verhältnißmäßig kleiner, als bei kleineren Kesseln. 5) Von dem Umstand, ob eine Maschine anhaltend, sowohl bei Tage, als bei Nacht arbeitet, und nur dann und wann stille steht, um untersucht zu werden, und um den Kessel zu reinigen, oder ob sie nur bei Tage, oder während einer bestimmten Zahl von Stunden täglich, oder im Allgemeinen in wiederkehrenden Zeiträumen arbeitet; denn im letzten Falle geht, um das Wasser jedesmal in's Kochen zu bringen und beim Abstellen der Maschine viel Brennstoff verloren. 6) Von der Temperatur der Luft, welche auf den guten Zug des Feuers Einfluß hat; desgleichen auch von der Schwere der Luft und von dem Zustande der Feuchtigkeit oder Trokkenheit der Atmosphäre u. s. w.

Die Berechnung beschränkte sich oben auf den Fall, daß der Heerd mit Steinkohlen gespeist oder beschickt wurde, weil sie der gewöhnliche, oder vielmehr der vortheilhafteste Brennstoff sind. Wo man Coaks (entschwefelte Steinkohlen) für einen niedrigen Preis bekommt, benutzt man dieselben auch bei Dampfkesseln von niederem Druck, die zu sogenannten Landmaschinen gehören, welche klein sind und keine bestimmte Arbeit zu verrichten brauchen; auch bedient man sich derselben als Brennmaterial unter den Kesseln der Dampfwagen, um Rauch zu vermeiden; oder auch, um den Apparat eines Schornsteines entbehren zu können, während dann das Feuer

mittelst eines Gebläses unterhalten wird (siehe weiter unten zu Ende des §. III). Die entschwefelten Steinkohlen brauchen auf's Pfund höchstens zu ihrer Verbrennung in einem Heerde 18 Kubikellen Luft (für Holzkohlen braucht man eben so viel) und angenommen, daß aus 1 Pfunde dieses Brennstoffes in den am besten eingerichteten Heerde 6000 Wärmeeinheiten nützlich entwickelt werden können, so wird man bei Anwendung von entschwefelten Steinkohlen auf die Pferdekraft stündlich sechs Pfund haben müssen, welche sechs Pfund aus der Verbrennung von beinahe 12 Pfund Steinkohlen entstanden sind. Feuert man mit dürrem Eichenholz, und ist der Heerd so eingerichtet, daß das Holz gut brennt, so braucht man stündlich 13 bis 14 Pfund dürres Eichenholz. Aus vielen Gründen ist gleichwohl dieser letzte Brennstoff (ohne auf den Preis desselben, noch auf seine Qualität Rücksicht zu nehmen) der unvortheilhafteste unter allen, und muß manchmal auch schon wegen des sehr großen Feuerraumes ausgeschlossen bleiben, der alsdann erfordert wird.

Von der Consumtion des Brennstoffes bei Anwendung von hochdrückendem Dampf ist beinahe nichts Zuverlässiges bekannt. Man kann annehmen, daß sie im Allgemeinen geringer ist, als bei Anwendung von niedrig drückendem Dampf, aber dieser verhältnißmäßig geringere Betrag ist schwierig zu bestimmen und macht vielleicht in den meisten Fällen sehr wenig aus. Manchmal kann sogar dieses Minus ein Plus werden, wenn die Beschickung des Feuers nicht mit viel Ueberlegung geschieht; wenn mehr als gewöhnlicher Verlust durch Ausstrahlung stattfindet; wenn der Rauch bei einer sehr hohen Temperatur in den Schornstein übertritt; wenn die Maschine viel Dampf verloren gehen läßt u. s. w. Wir wollen einmal folgenden Fall mit gar nicht

ungünstigen Umständen annehmen: es soll der Dampf in einem Kessel bis zum Druck von 6 Atmosphären, also bis zu einer Temperatur von 160° gebracht werden; es werde angenommen, daß die Kesselhaube von oben hinlänglich geschützt sey, um durch Ausstrahlung nicht viel mehr Dampf zu verlieren, als ein Kessel von niederem Druck; es betrage der Wärmeverlust durch die Erwärmung der gemauerten Wandungen, durch die unvollkommene Mittheilung u. s. w. so viel, daß 1 Pfund gute Steinkohlen 6000 Wärmeeinheiten als Nutzeffect gewähren; und es soll endlich die Temperatur des aufsteigenden Rauches 300° betragen, so erzeugt 1 Pfund Steinkohlen beinahe eine Quantität von

$$\frac{6000 - 0{,}382 \cdot 20 \cdot 300}{700} = \frac{60 - 23}{7} = 5\tfrac{1}{3}$$

Pfunden Dampf. Ist nun die Maschine z. B. von 30 Pferdekräften, so muß der Cylinder wenigstens einen Durchmesser haben von 33 niederländischen Zollen, um ohne Ueberladung, wenn auch mit keinem sehr reichlichen Uebermaß zu arbeiten. Für eine Kolbengeschwindigkeit von 54 Ellen in der Minute bedarf dann eine solche Maschine in jeder Minute wenigstens 170 Kubikpalmen Dampf auf die Pferdekraft, welche Quantität für Dampf von sechs Atmosphären entstanden ist aus 0,515 Kannen Wasser, so daß in einer Stunde beinahe 31 Kannen Wasser auf die Pferdekraft in Dampf umgewandelt werden müssen. Hierzu werden alsdann 6,6 Pfund Steinkohlen erfordert, und dieses ist offenbar nicht viel weniger, als zur Erzeugung des niedrig drückenden Dampfes im Durchnitte nöthig ist.

Wenn es ganz besonders die Erfahrung seyn mag, welche die nöthige Quantität Brennstoff zur Erzeugung des hochdrückenden Dampfes kennen lehrt,

so ergibt sich doch aus der vorhergehenden Berechnung, daß diese Consumtion nicht um so viel geringer, als gewöhnlich sey, wie man zuweilen angegeben findet: es läßt sich dieses schon aus der Beschaffenheit der Sache a priori folgern. Und obschon die genannte Berechnung nur auf angenommene Voraussetzungen basirt wird, so können diese vielleicht nur in sofern von der Wahrheit abweichen, daß man eher eine größere, als eine geringere Consumtion von Brennstoff zum Resultate bekommt. Meistens kann man dann auch in Bausch und Bogen annehmen, daß auf die Pferdekraft gleichviel Brennstoff consumirt werde, man mag nun Dampf von niederem, oder von hohem Druck erzeugen.

Dieses Alles gilt für den Fall, daß der Dampf mit vollem Drucke wirkt; denn wirkt er durch Ausdehnung, so muß bei einer guten Einrichtung der Maschine und des Kessels mit Zubehör die Brennstoffconsumtion positiv weniger betragen, wovon man sich durch ähnliche Berechnungen, wie oben, augenblicklich überzeugen kann, weil dann auf die Pferdekraft nicht so viel Dampf erfordert wird, als wenn der Dampf mit vollem Drucke wirkt. Bei ganz gut eingerichteten Dampfmaschinen von mittlerem Druck kann die Consumtion des Brennstoffes wohl beinahe (jedoch höchstens) $\frac{1}{3}$ weniger betragen, als bei Maschinen, in welchen der Dampf ohne Ausdehnung wirkt (man vergleiche Art. 69 der zweiten Abtheilnng.)

§. II.

Ueber die Schornsteine der Dampfkesselöfen; die Dimensionen, die Einrichtung und Construction derselben.

125) Ohne hier auf die eigentliche Bedeutung, oder auf den Ursprung des Wortes Schornstein zurückzugehen, verstehen wir, wie ganz allgemein ange-

nommen, unter Schornstein einen vertikalen, oder aufwärts steigenden Kanal, dazu dienend, um das lebhafte Brennen eines Feuers zu befördern, die erhitzte Luft und die durch die Verbrennung gebildeten Gasarten aufzunehmen, das Emporsteigen derselben zu befördern und dieselben in höhere Lagen der Atmosphäre abzuführen.

Es ist hinlänglich bekannt, daß zur Unterhaltung der Verbrennung Luft erfordert wird, und zwar wegen des Sauerstoffs, welcher einen Bestandtheil der Luft ausmacht. Bei der Verbrennung geht dieser Sauerstoff mit dem Kohlenstoffe des brennenden Körpers eine chemische Verbindung ein, und es bildet sich Kohlensäure. Zu dieser Gasart kommt noch ein Antheil Stickstoff; ein anderer Theil besteht aus reiner atmosphärischer Luft, die unzersetzt durchs Feuer gegangen ist; ein anderer Theil besteht aus rußigen oder ammoniakalischen Dämpfen; und die Vermengung aller dieser Stoffe bildet jenen aufsteigenden dicken Dampf, welchem man den Namen Rauch gegeben hat.

Die specifische Schwere dieses Rauches ist größer, als diejenige der atmosphärischen Luft, welche denselben umgibt, und in welcher derselbe aufsteigt. Diese größere Schwere kann von $\frac{3}{100}$ bis $\frac{6}{100}$ gehen; aber meistens kann man $\frac{5}{100}$ annehmen, so daß, wenn die specifische Schwere der Luft = 1 ist, diejenige des Rauches durch die Zahl 1,05 ausgedrückt werden muß. Wegen dieser größern specifischen Schwere kann der Rauch in der Luft nicht emporsteigen; aber durch seine erhöhte Temperatur wird er ausgedehnt und nun specifisch leichter, als die weniger warme atmosphärische Luft, und also in Folge dieser Erwärmung findet das Aufsteigen desselben statt.

Das Aufsteigen des Rauches wird um so geschwinder statt finden, je höher die Temperatur desselben ist, denn um so mehr wird er dann ausgedehnt, und um so leichter wird er dann in Vergleichung mit der atmosphärischen Luft. Und da nun ein Feuer um desto lebhafter brennt, je schneller der Rauch aus demselben emporsteigt, so wird der lebhafte Zug eines Feuers befördert, wenn der aufsteigende Rauch eine hohe Temperatur erlangt und dieselbe soviel wie möglich behält. Steigt nun der Rauch aus einem offenen Feuer auf, welches z. B. in freier Luft angelegt ist, so steht dieser Rauch von allen Seiten mit der kalten atmosphärischen Luft in Berührung; dadurch findet eine starke Abkühlung statt, und die Folge davon muß eine Abnahme in der Geschwindigkeit des Aufsteigens und im Zuge des Feuers seyn. Wenn man nun die aufsteigende Rauchsäule von der sie umgebenden atmosphärischen Luft durch eine Wand abscheidet, welche ein schlechter Wärmeleiter ist, so wird die erwähnte Abkühlung zum Theil verhindert und das Aufsteigen des Rauches auf das Stärkste befördert. Man erreicht dieses natürlich dadurch, daß man den Rauch in einer offenen Röhre, oder in einem aufwärts laufenden Canale emporsteigen läßt. Und dieses ist dann ein wichtiger Dienst, welchen die Schornsteine leisten; außerdem hindern sie auch den Rauch, sich nach allen Seiten, oder in dem untersten Theile der Atmosphäre auf eine belästigende Weise zu verbreiten u. s. w., wie oben bereits angedeutet worden ist.

Weil nun der gute Zug des Feuers und auch der größte Nutzeffekt desselben von der guten Einrichtung des Schornsteines abhängt, so ist es von großem Belange, die Gründe, auf denen diese gute Einrichtung beruht, und durch welche die Dimensionen und der Bau des erwähnten wichtigen Thei-

les jedes Heizraumes mit bestimmt werden, zu kennen. Zum großen Theile müssen diese Gründe abgeleitet werden aus den Gesetzen der Bewegung des Rauches, oder der heißen Luft in Schornsteinröhren, und die Erörterung dieses Gegenstandes, nebst den aus Versuchen erhaltenen Ergebnissen müssen also vorausgeschickt werden.

126) Ueber die Bewegung der heißen Luft in vertikalen Röhren.

Was hinsichtlich dieser Bewegung hier untersucht werden muß, beschränkt sich vornämlich auf die Frage: mit welcher Geschwindigkeit der Rauch oder die heiße Luft in einer Schornsteinröhre unter gewissen gegebenen Umständen emporsteigen müsse? Wir wollen zuerst annehmen:

1) Daß die Temperatur in der Schornsteinröhre von oben bis unten unveränderlich sey, oder daß man von allen Temperaturen, welche die Rauch- oder Luftsäule in verschiedenen Höhen hat, die mittlere Temperatur kenne; es sey diese Temperatur $= t$.

2) Daß kein Widerstand wegen Reibung der Rauchtheile an den Schornsteinwänden vorhanden sey. Man kann ferner noch annehmen, daß für die gewöhnliche Höhe der Schornsteinröhren die Dichtigkeiten der verschiedenen Schichten der äußern Luft von oben bis unten nicht verschieden sind.

Es sey die Höhe des Schornsteines von dem Punkte an, wo der Rauch in denselben tritt, bis zu seinem obern Ende $= h$ und die Temperatur der äußern Luft $= t'$. Die Dichtigkeit des Rauches im Schornsteine sey $= 1{,}05$ *), wenn die Dichtigkeit der äußern Luft $= 1$ ist.

*) Diese Dichtigkeit ist nur eine angenäherte und aus der Voraussetzung gefolgert, daß der Rauch allein aus atmosphärischer Luft, Stickstoff und Kohlensäure besteht

Wäre es allein heiße Luft, die im Schornsteine emporsteigt, so würde die Höhe der aufsteigenden Säule = h seyn; aber da der Rauch eine Dichtigkeit = 1,05 besitzt, so muß die Rauchsäule, um einen Druck auszuüben, welcher demjenigen der Luftsäule h gleich ist, eine geringere Höhe haben, nämlich:

$$= \frac{h}{1{,}05} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (a).$$

Das Aufsteigen des Rauches findet blos statt, weil die äußere Luft eine größere Dichtigkeit besitzt, als die Luft im Schornsteine. Wenn nun die äußere Luft auf dieselbe Temperatur gebracht wird, welche die Luft im Schornsteine besitzt, so haben beide gleiche Dichtigkeit; aber die Säulen sind an Höhe verschieden, und wenn dann die Säule der äußern Luft eine größere Höhe besitzt, als diejenige, welche den Schornstein ausfüllt, z. B. von a Ellen, so wird die Geschwindigkeit, mit welcher die äußere Luft in das Feuer streicht, und von hier in den Schornstein übertritt, derjenigen eines Körpers gleich seyn, welcher durch die Höhe a fällt (man vergleiche in dieser Hinsicht die Gründe, welche im vierten Kapitel der II. Abth. des III. Theiles, und zwar Art. 49. und 51. entwickelt sind).

Um nun diese Höhendifferenz zu bestimmen, schließe man auf folgende Weise: die Säule der äußern Luft von der Höhe h hat eine Dichtigkeit = 1; um dieselbe auf die Dichtigkeit des Rauches zu reduciren, muß sie im umgekehrten Verhältnisse der

---

Er enthält jedoch auch schwefelige Dämpfe, ammoniakalische Dämpfe u. s. w., die zwar im Schornsteine durch die Abkühlung des Rauches zum großen Theil ausgeschieden werden und den Ruß bilden, jedoch die mittlere Dichtigkeit des Rauches modificiren müssen.

Dichtigkeiten beider Säulen niedriger gemacht werden, und ihre Höhe wird deshalb

$$= \frac{h}{1,05}.$$

Die äußere Luft hat eine Temperatur von t' Graden, und um dieselbe auf die Dichtigkeit des heißen, oder ausgedehnten Rauches zu reduciren, muß man berechnen, wie groß ihre Extension, d. i. hier ihre Höhe, werden müsse, wenn ihre Temperatur auf diejenige des Rauches im Schornsteine, nämlich auf die Temperatur t gebracht wird. Diese Berechnung, von welcher ein ähnliches Beispiel im zweiten Capitel der I. Abth. Art. 16. und 19. vorkommt, wird dann für die reducirte Höhe geben

$$\frac{h}{1,05} \cdot \frac{1 + 0,00375\ t}{1 + 0,00375\ t'} \quad \ldots\ldots \quad (b).$$

Und nun kann man annehmen, daß zwei Säulen heißer Luft von t° Temperatur mit einander in Verbindung stehen; daß die erste eine Höhe hat, welche durch die Formel (a) und die zweite eine größere Höhe, welche durch die Formel (b) ausgedrückt ist. In Folge dieser größern Höhe muß der Rauch in den Schornstein steigen und aus demselben strömen. Die Höhendifferenz dieser Säulen ist deshalb

$$= \frac{h}{1,05} \cdot \left(\frac{1 + 0,00375\ t}{1 + 0,00375\ t'} - 1\right)$$

d. i., wenn man die Temperatur t' der äußern Luft = 20° annehmen will, nach der Reduction

$$= \frac{h}{1,05} \cdot \frac{0,00375\ (t - 20)}{1,075}.$$

Nach den angezogenen Gründen der II. Abth. des III. Theiles wird dann die Geschwindigkeit der

Wäre es allein heiße Luft, die im Schornsteine emporsteigt, so würde die Höhe der aufsteigenden Säule = h seyn; aber da der Rauch eine Dichtigkeit = 1,05 besitzt, so muß die Rauchsäule, um einen Druck auszuüben, welcher demjenigen der Luftsäule h gleich ist, eine geringere Höhe haben, nämlich:

$$= \frac{h}{1,05} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (a).$$

Das Aufsteigen des Rauches findet blos statt, weil die äußere Luft eine größere Dichtigkeit besitzt, als die Luft im Schornsteine. Wenn nun die äußere Luft auf dieselbe Temperatur gebracht wird, welche die Luft im Schornsteine besitzt, so haben beide gleiche Dichtigkeit; aber die Säulen sind an Höhe verschieden, und wenn dann die Säule der äußern Luft eine größere Höhe besitzt, als diejenige, welche den Schornstein ausfüllt, z. B. von a Ellen, so wird die Geschwindigkeit, mit welcher die äußere Luft in das Feuer streicht, und von hier in den Schornstein übertritt, derjenigen eines Körpers gleich seyn, welcher durch die Höhe a fällt (man vergleiche in dieser Hinsicht die Gründe, welche im vierten Kapitel der II. Abth. des III. Theiles, und zwar Art. 49. und 51. entwickelt sind).

Um nun diese Höhendifferenz zu bestimmen, schließe man auf folgende Weise: die Säule der äußern Luft von der Höhe h hat eine Dichtigkeit = 1; um dieselbe auf die Dichtigkeit des Rauches zu reduciren, muß sie im umgekehrten Verhältnisse der

---

Er enthält jedoch auch schwefelige Dämpfe, ammoniakalische Dämpfe u. s. w., die zwar im Schornsteine durch die Abkühlung des Rauches zum großen Theil ausgeschieden werden und den Ruß bilden, jedoch die mittlere Dichtigkeit des Rauches modificiren müssen.

der Erhöhung der Temperatur des Rauches stets zunehmen. Es fehlt indessen viel daran, daß die Geschwindigkeit in der Wirklichkeit so groß seyn könne, als die Berechnung ausweist, oder daß die zwei erwähnten Folgerungen (den Zug des Rauches und des Feuers anlangend) ohne einige Beschränkung angenommen werden könnten.

127) Den ersten Punkt anlangend, muß hier bemerkt werden, daß die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch in einem Schornsteine aufsteigt, am meisten vermindert wird durch den Widerstand der Reibung der Rauchtheilchen sowohl an einander, als an den Wänden der Schornsteinröhre, oder an dem Ruße. Auch durch hinzukommende Umstände, z. B. durch verschiedene Temperaturen der Luft, durch nachtheilige Richtungen des Windes, durch den Einfluß von Regen und Sonnenschein u. s. w. kann die Geschwindigkeit eine Verminderung erfahren, und also der Zug des Feuers geschwächt werden; da aber die Schornsteine der Dampfkesselöfen gewöhnlich eine ansehnliche Höhe besitzen und übrigens vor dem Einflusse der vorgenannten Ursachen geschützt werden können, so kann man dieselben aus der gegenwärtigen Betrachtung mit Sicherheit ausschließen.

Was den zweiten Punkt anlangt, so ist es jederzeit wahr, daß der Zug eines Schornsteines durch die Vermehrnng der Temperatur des Rauches befördert wird; aber ohne hier den Widerstand der Reibung zu berücksichtigen, kann eine Vermehrung der Höhe des Schornsteines nicht immer dem Zuge gleich sehr beförderlich seyn, weil der Rauch oben im Schornsteine immer kälter werden muß, so daß selbst, wenn er die Temperatur der atmosphärischen Luft erlangt hat, eine größere Höhe des Schornsteines eher schädlich seyn muß, als nützlich.

Ausströmung, oder die des Emporsteigens werden

$$s = 4{,}429 \sqrt{\frac{h}{1{,}05} \cdot \frac{0{,}00375\,(t - 20)}{1{,}075}},$$

und nach allen nöthigen Zahlenreductionen,

$$s = 0{,}255 \sqrt{h\,(t - 20)}\ ^{*)} \quad . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Nach dieser Formel muß der Rauch in einem Schornsteine von 20 Ellen Höhe, und wenn die mittlere Temperatur 130° beträgt, eine Geschwindigkeit von reichlich 12 Ellen erlangen. Und nach derselben Formel muß die Geschwindigkeit des Rauches, und folglich auch der Zug des Feuers mit der Vermehrung der Höhe des Schornsteines, und mit

---

*) In der Berechnung, welche im zweiten Beispiele, Art. 51. Abth. II. Theil III., ausgeführt worden ist, um die Geschwindigkeit zu bestimmen, mit welcher der Rauch in einem Schornsteine emporsteigt (und welche Berechnung daselbst nur als Beispiel, und keineswegs als eine genaue Vorschrift gegeben ist), wurde die heiße Luft im Schornsteine auf die Dichtigkeit der äußern Luft reducirt; die Säule der heißen wurde verhältnißmäßig niedriger gedacht, und die Säule der äußern Luft behielt die Höhe h des Schornsteines. In der gegenwärtigen Berechnung wird die Säule der heißen Luft, die den ganzen Schornstein ausfüllt, in der Höhe unverändert gelassen, und die Säule der äußern Luft soviel erhöht, als nöthig ist, um ihre Dichtigkeit auf diejenige des heißen Rauches zu reduciren. Diese letzte Annahme stimmt am meisten mit dem überein, was sich bei dieser Gelegenheit wirklich zuträgt; denn sie läßt die Geschwindigkeit, mit welcher der heiße Rauch ausströmt, bekannt werden, während nach der ersten Berechnung eine Ausströmung von kalter Luft erlangt wird, die gar nicht statt findet. Die letzte Berechnungsart gibt auch ein anderes, und zwar ein größeres Resultat. Peclet scheint in seinem Werke, Traité de la chaleur etc. Tom. I. Art. 879., zuerst diese Bemerkung gemacht zu haben, und seine Versuche haben die Richtigkeit dieser Voraussetzung auch bestätigt.

der Erhöhung der Temperatur des Rauches stets zunehmen. Es fehlt indessen viel daran, daß die Geschwindigkeit in der Wirklichkeit so groß seyn könne, als die Berechnung ausweist, oder daß die zwei erwähnten Folgerungen (den Zug des Rauches und des Feuers anlangend) ohne einige Beschränkung angenommen werden könnten.

127) Den ersten Punkt anlangend, muß hier bemerkt werden, daß die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch in einem Schornsteine aufsteigt, am meisten vermindert wird durch den Widerstand der Reibung der Rauchtheilchen sowohl an einander, als an den Wänden der Schornsteinröhre, oder an dem Ruße. Auch durch hinzukommende Umstände, z. B. durch verschiedene Temperaturen der Luft, durch nachtheilige Richtungen des Windes, durch den Einfluß von Regen und Sonnenschein u. s. w. kann die Geschwindigkeit eine Verminderung erfahren, und also der Zug des Feuers geschwächt werden; da aber die Schornsteine der Dampfkesselöfen gewöhnlich eine ansehnliche Höhe besitzen und übrigens vor dem Einflusse der vorgenannten Ursachen geschützt werden können, so kann man dieselben aus der gegenwärtigen Betrachtung mit Sicherheit ausschließen.

Was den zweiten Punkt anlangt, so ist es jederzeit wahr, daß der Zug eines Schornsteines durch die Vermehrnng der Temperatur des Rauches befördert wird; aber ohne hier den Widerstand der Reibung zu berücksichtigen, kann eine Vermehrung der Höhe des Schornsteines nicht immer dem Zuge gleich sehr beförderlich seyn, weil der Rauch oben im Schornsteine immer kälter werden muß, so daß selbst, wenn er die Temperatur der atmosphärischen Luft erlangt hat, eine größere Höhe des Schornsteines eher schädlich seyn muß, als nützlich.

Aus vielen Versuchen scheint man folgern zu dürfen, daß der Widerstand, den der Rauch bei seiner Bewegung im Schornsteine findet, proportional sey:

1) Der Länge der Feuerkanäle und des Schornsteinrohres zusammengenommen, mit einem Worte, der Summe der Längen der Kanäle, welche der Rauch durchstreichen muß, ehe er sich in die Atmosphäre ergießt.

2) Der Quadratwurzel der Geschwindigkeit, mit welcher er aufsteigt.

3) Daß er umgekehrt proportional sey der Weite des Schornsteinrohres oder der Heizkanäle.

Der Stoff, aus welchem der Schornstein aufgeführt ist, äußert auf den größern oder geringern Betrag des eben erwähnten Widerstandes einen beträchtlichen Einfluß; aber die Verhältnisse selbst werden dadurch nicht aufgehoben.*)

---

*) Die Versuche, deren in dem Texte Erwähnung geschehen ist, sind umständlich beschrieben in dem so eben angezogenen Werke Peclet's, in welchem die Theorie der Bewegung des Rauches im Schornsteine u. s. w., vollständig entwickelt und mit Erfahrungen unterstützt ist. Auch wir nehmen keinen Anstand, dieser Theorie hier zu folgen und von den Resultaten der genannten Versuche Gebrauch zu machen. Diese Resultate sind jedoch durch Vervielfältigung der Versuche in besondern Fällen, und vornämlich durch Vervielfältigung der Versuche im Großen, allerdings noch der Verbesserung fähig; denn dergleichen Versuche auf eine genügende Weise anzustellen, ist eine schwierige Sache, welche nicht mit einemmal unfehlbare Resultate geben kann, und Peclet scheint der erste gewesen zu seyn, welcher diesen Gegenstand am vollständigsten untersucht hat.

Eigentlich ist das Gesetz des Widerstandes der Reibung, obschon durch Versuche hinlänglich begründet, aus

Bestände keine Reibung des Rauches an der Schornsteinwand, so müßte die Höhe der Säule,

---

einem ähnlichen Gesetze des Widerstandes der Reibung kalter Luft abgeleitet, welche durch Leitungsröhren getrieben wird. Dieses Gesetz ist durch die Versuche, welche Girard und Daubuisson in den Jahren 1821 und 1826 über die Ausströmung comprimirter Luft aus den Düsen der Gebläse angestellt haben, als sehr genau erfunden worden. Der Verfasser hat im dritten Theile dieses Werkes mehrmals behauptet, daß das Gesetz des Widerstandes der Reibung der Luft, die in Leitungsröhren fortgetrieben wird, noch nicht hinlänglich genau bekannt sey (siehe Art. 48. und 50. der zweiten Abth. des dritten Theiles). Obschon das aus den Versuchen Daubuissons abgeleitete Gesetz, daß nämlich der Widerstand proportional sey der Länge der Röhre, multiplicirt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit der Durchströmung, und dividirt mit dem Durchmesser der Röhre bereits mehrmals als das Gesetz aufgestellt worden war, welches vermuthlich der Wahrheit am meisten sich nähert, so waren dem Verfasser doch früher Daubuisson's Versuche nicht hinlänglich bekannt. Auch können sehr wohl bei einer Verschiedenheit des Stoffes der Röhren Abweichungen von dem genannten Gesetz eintreten; ja diese Abweichungen finden sogar wirklich statt, was unter andern aus den Angaben gefolgert werden kann, welche in dem mehr genannten dritten Theile dieses Werkes, Art. 50. gegen das Ende, vorkommen, und was auch in vielen Fällen, über welche wir uns jetzt nicht ausführlicher verbreiten wollen, vorhergesehen werden kann.

Wie dem übrigens auch seyn möge, so hält es der Verfasser hier nicht für unwichtig, der vollständigern Erläuterung halber, und um die angeführten Stellen des dritten Theiles zu berichtigen, die Formeln anzugeben, durch welche man in den Stand gesetzt werden kann, die Geschwindigkeit der Ausströmung der Luft aus Röhren zu bestimmen, und zwar mit Berücksichtigung des Widerstandes der Reibung, so wie derselbe aus den mehrerwähnten Versuchen sich ergeben hat.

Man denke sich eine Compressionspumpe, oder irgend eine andere Maschine, mit welcher die Luft zusammengedrückt und durch eine Röhre von der Länge L und dem

durch deren Druck das Ausströmen des Rauches oben aus dem Schornsteine statt findet, seyn

---

Durchmesser Q mit einer Geschwindigkeit S fortgetrieben wird. Die Kraft soll eine solche Compression ausüben, daß die Luft eine Quecksilbersäule von H Ellen über die gewöhnliche Barometerhöhe zu tragen vermag. Bestände nun kein Widerstand der Reibung, so müßte die Luft am Ende der Röhre über die äußere Luft einen Ueberdruck von H Ellen Quecksilber haben, und wegen dieser größern Spannung müßte das Ausströmen mit einer Geschwindigkeit erfolgen, welche der Quadratwurzel aus der Höhe einer Luftsäule proportional ist, die denselben Druck, wie die Quecksilbersäule H ausübt. Wegen des Widerstandes der Reibung ist die Spannung der Luft am Ende der Röhre geringer; man setze deshalb die Höhe der Quecksilbersäule, die am Ende der Röhre mit der Spannung der Luft im Gleichgewichte steht $= h$, so ist $H - h$ das Maaß des Widerstandes, und dieser ist dann

$$H - h = n \cdot \frac{L \cdot S^2}{D}.$$

Nun ist S^2 proportional h; wenn aber die Luft aus einer Düse strömt, welche einen engern Durchmesser d besitzt, so wird die Geschwindigkeit in der Röhre vermindert, in dem Verhältnisse der Oberflächen der Durchschnitte der Röhre und der Düse, welche Oberflächen sich verhalten, wie D^2 und d^2, so daß dann das Quadrat der Geschwindigkeit, oder S^2 proportional $\frac{d^4}{D^4} \cdot h$ wird, und nennt man nun m eine andere unveränderliche Zahl, welche aus der Erfahrung zu bestimmen ist, so wird aus der vorhergehenden Gleichung

$$H - h = m \cdot \frac{L\, d^4\, h}{D^5}.$$

Aus vielen Versuchen bei einer mittlern Temperatur der Luft und mittlerer Barometerhöhe angestellt, scheint man folgern zu können, daß m in den meisten Fällen ziemlich nahe $= 0{,}024$ seyn müsse, und mit diesem Werthe findet man aus der letzten Gleichung

$$h = \frac{H \cdot D^5}{D^5 + 0{,}024\, L\, d^4}.$$

$$= \frac{h}{1,05} \cdot \frac{0,00375\ (t - 20)}{1,075},$$

(siehe oben); man nenne diese Höhe H. Wenn nun diese Geschwindigkeit des Ausströmens geringer ist, als es bei diesem Drucke, oder dieser Höhe der Fall seyn müßte, so erfolgt sie durch den Druck einer Säule von geringerer Höhe; und setzt man diese Höhe $= h'$, so ist $H - h'$ ein Ausdruck des Widerstandes, welchen der Rauch in seiner Bewegung antrifft. Aber wenn L die Länge des Kanales ist (worunter die Höhe des Schornsteines zu verstehen), durch welchen den Rauch seinen Weg nehmen muß, D der Durchmesser dieses Kanales (wobei wir annehmen wollen, daß derselbe cylindrisch sey) und S die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch aufsteigt, so ist dem obengedachten Gesetze zufolge der Widerstand proportional dem Ausdrucke

$$\frac{L \cdot S^2}{D},$$

Hat man also aus dem bekannten Drucke H der Kraft u. s. w. den geringern Druck der Luft am Ende der Röhre bestimmt, so findet man die Geschwindigkeit der Ausströmung durch die Formel

$s =$ beinahe $425 \sqrt{h}$ Ellen;

und hiermit vermag man alsdann die Quantität der Ausströmung in einer bestimmten Zeit u. s. w. zu berechnen.

In der letzten Formel ist die nöthige Reduction vorgenommen, um die Zusammenziehung des ausströmenden Luftstromes in Rechnung zu bringen. Diese Zusammenziehung ist $= 0,94$ für den Fall angenommen, daß eine Düse an die Luftleitungsröhre angesetzt wird. Nach Art. 48. der II. Abth. des III. Theiles soll man dafür 0,813 setzen, was hier jedoch zu viel betragen würde, weil eine Düse immer konisch zuläuft.

Mit diesen Angaben wird man nun im Stande seyn, andere ähnliche Berechnungen auszuführen.

und also gleich $\frac{L \cdot S^2}{D}$ multiplicirt mit einer gewissen unveränderlichen Zahl n, welche durch Versuche bestimmt werden muß. Man hat deshalb

$$H - h' = n \cdot \frac{L S^2}{D}.$$

Aus dieser Gleichung folgt:

$$h' = H - n \cdot \frac{L S^2}{D}.$$

Ist nun h' die Höhe der Säule der äußern Luft, durch deren Druck, mit Berücksichtigung des Widerstandes der Reibung, das Ausströmen, oder das Aufsteigen des Rauches wirklich statt findet, so ist die Geschwindigkeit S dieser Bewegung

$$S = 4{,}429 \sqrt{h'},$$

oder dann ist $S^2 = 19{,}624 \cdot h'$;

das ist $S^2 = 19{,}624 \cdot \left(H - n \cdot \frac{L S^2}{D}\right)$.

Löst man S in dieser Gleichung auf, so findet man:

$$S = 4{,}429 \sqrt{\left(\frac{H \cdot D}{19{,}624 \cdot n \cdot L + D}\right)} \quad . . (2)$$

für die reducirte Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch aufsteigt. Den angestellten Versuchen zufolge bekommt die Zahl n einen andern Werth, wenn der Schornstein aus einem andern Stoffe besteht. Der Zustand der Oberfläche der Wandung der Röhre muß auch auf den Werth n Einfluß haben; eine ebene Oberfläche muß deshalb einen andern Widerstand darbieten, als eine unebene u. s. w. Man hat Versuche angestellt mit Schornsteinen aus Thon, aus geschmiedetem und gegossenem Eisen, und die

Resultate dieser Versuche haben ergeben für Schornsteine aus Thon (wofür man ohne Fehler auch wohl Backsteine nehmen kann) $n = 0{,}0127$; für Schornsteine aus Eisenblech $n = 0{,}005$, und für Schornsteine aus Gußeisen $n = 0{,}0025$.

Bringt man diese Werthe von n, ferner auch die Werthe von H in die Gleichung (2), so bekommt man approximativ:

1) für die Bestimmung der Geschwindigkeit des Rauches in einem Schornsteine aus Backsteinen

$$S = 0{,}51 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 4\,D}\right)} \quad . \; . \; . \; (3).$$

2) In einem Schornsteine aus Eisenblech

$$S = 0{,}8 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 10\,D}\right)} \quad . \; . \; . \; (4).$$

3) In einem Schornsteine aus Gußeisen

$$S = 1{,}15 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 20\,D}\right)} \quad . \; . \; . \; (5).$$

Diese Formeln gründen sich mit auf die Voraussetzung, daß der Durchschnitt der Schornsteine kreisförmig sey. Ist der Durchschnitt viereckig, und bezeichnet D die Länge der Seite des Viereckes oder Quadrates, so wird die Reibung größer, weil der Umfang eines Quadrates größer ist, als derjenige eines Kreises von gleichem Inhalte. Die obigen Formeln müssen dann mit $\sqrt{\frac{3{,}1416}{4}}$ multiplicirt werden, d. i. mit dem Verhältnisse, welches zwischen den Umfängen des Kreises und Quadrates besteht.

Dadurch werden obige Formeln

1) Für einen Schornstein aus Backsteinen

$$S = 0{,}45 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 4\,D}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (6).$$

2) Für einen Schornstein aus Eisenblech

$$S = 0{,}71 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 10\,D}\right)} \;\ldots\ldots\; (7).$$

3) Für einen Schornstein aus Gußeisen

$$S = 1{,}02 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 20\,D}\right)} \;\ldots\ldots\; (8).$$

Wenn man die Anwendung, welche von der Formel (1) gemacht worden ist, hier bei der Formel (6) benutzt und man also $h = 20$ und $t - t' = 110$ setzt, außerdem auch noch annimmt, daß $D = 0{,}5$ und $L = h = 20$ sey, so bekommt man für die Geschwindigkeit des Rauches ziemlich 3,2 Ellen, was ungefähr nur der vierte Theil von 12 Ellen ist, welche der Rauch haben müßte, wenn kein Widerstand durch Reibung u. s. w. vorhanden wäre. In der Praxis kann es sich jedoch zutragen, daß die Geschwindigkeit noch unter 3,2 Ellen beträgt, sobald die Wände des Schornsteins mit Ruß belegt sind, weil derselbe nicht allein die Bewegung des Rauches hindert, sondern auch die Weite des Schornsteins vermindert und dadurch eine zweite Ursache des Hindernisses oder der Vermehrung des Widerstandes wird. Weil es aber hier an Versuchen fehlt, so ist es schwierig, dieses Hinderniß auf eine andere Weise in Rechnung zu bringen, als daß man den Kanälen, durch welche der Rauch ziehen muß, eine hinlängliche größere Weite gibt.

128) Da nun die Temperatur des Rauches von der untern Mündung des Schornsteines bis an das obere Ende desselben nothwendig abnehmen muß, so ist dieses auch mit der Geschwindigkeit desselben in sofern der Fall, daß man dieselbe nicht so groß annehmen darf, als sie seyn würde, wenn die Temperatur des Rauches unveränderlich bliebe. Durch

die vorangeschickten Formeln kann man deßhalb nur eine mittlere Geschwindigkeit bestimmen, die einer mittlern Temperatur des Rauches im Schornsteine entspricht. Um diese mittlere Temperatur zu finden, muß man berechnen, um wie viel der Rauch in einem Schornsteine abgekühlt werden kann. Diese Abkühlung hängt ab:

1) Von dem Uebermaße der Temperatur des Rauches über diejenige der äußern Luft.

2) Von der Geschwindigkeit des Rauches, welcher sie umgekehrt proportional seyn muß.

3) Von der Höhe des Schornsteins und von seiner Weite.

4) Von der Leitungsfähigkeit des Stoffes, aus welchem der Schornstein besteht und natürlich auch von seiner Dicke, welcher letztern man den Wärmeverlust umgekehrt proportional setzen kann, sobald der Stoff ein schlechter Leiter ist, wie z. B. harte Mauersteine.

Wenn es überhaupt angeht, die Quantität der Abkühlung durch eine Formel approximativ auszudrücken, wie man z. B. den Verlust des durch eine Röhre strömenden Dampfes in Folge der Abkühlung bestimmt; und wenn man auf diese Weise die Temperatur des Rauches nahe am obern Ende des Schornsteines für den Zweck sollte berechnen können, um die mittlere Temperatur des Rauches aus der Hälfte der Summe der Temperaturen an der untern und an der obern Mündung zu bekommen: so hängen die ersten Berechnungen sowohl, als die letzten immer von der Temperatur ab, welche der Rauch bei seinem Eintritte in den Schornstein besitzt; und diese zu bestimmen, ist schwierig, besonders in den Schornsteinen der Dampfkesselöfen, wo die Temperaturverminderung bereits ihren Anfang in den Heizkanälen nimmt, deren

Länge mit der Größe der Kessel zu- oder abzunehmen pflegt, was so viel sagen will, daß die mittlere Temperatur auch abhängig sey von der Länge der Heizkanäle, und daß sie aus diesem Grunde bei Oefen von verschiedener Größe sehr verschieden seyn müsse.

Um also von den angegebenen Formeln Gebrauch machen zu können, muß man gewissermaßen nach Gutdünken eine mittlere Temperatur für den Rauch annehmen. Gehört z. B. der Schornstein zum Ofen eines nicht großen Dampfkessels, in welchem Dampf von niederem Druck erzeugt wird, und ist er aus Steinen aufgeführt, so kann die mittlere Temperatur wohl mehr, als 250° betragen, wenn das Feuer einen guten Zug hat, ohne daß es deßhalb sehr stark zu seyn braucht. Die Temperatur von 250° ist indessen für die Formeln ausreichend hoch, damit man nicht einen zu kleinen Durchmesser für den Schornstein bekomme; und man kann in der Berechnung, wenn der Kessel groß ist und die Heizkanäle lang sind, sogar nur 200° annehmen, besonders aber für Schornsteine, die aus Eisenblech bestehen und einer großen Abkühlung ausgesetzt sind, oder auch wegen der Leitungsfähigkeit des Eisens viel Wärme durchlassen. Wird hochdrückender Dampf erzeugt, von z. B. sechs Atmosphären Spannung, so kann man die mittlere Temperatur nicht wohl höher, als 350° setzen, und bei Dampf von nicht so hoher Spannung ziemlich verhältnißmäßig um so viel geringer, als 350° und um so viel höher, als 200 bis 250°, um wie viel die Differenz der Temperaturen des Dampfes beträgt. Jedoch behalte man hierbei immer im Auge, daß diese Zahlen nur auf einer ganz rohen Schätzung beruhen; denn sie müssen sich mit der Größe und Form der Kessel verändern.

129) Nach den vorhergehenden Grundsätzen ist man im Stande, die Geschwindigkeiten ziemlich annähernd zu berechnen, mit welchen der Rauch in Schornsteinen von verschiedenen Stoffen und von verschiedener Form und Durchschnitt emporsteigt. Der Zug des Feuers steht in geradem Verhältnisse zu dieser Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch aufsteigt; und deßhalb darf man die Folgerungen, die aus den aufgefundenen Formeln (3) bis (8) und aus den eben erwähnten Grundsätzen sich ableiten lassen, als eben so viele allgemeine Regeln betrachten, nach welchen die Schornsteine der Feuerheerde gehörig eingerichtet werden können.

Zuerst nimmt die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch aufsteigt, oder vielmehr der Zug eines Schornsteines zu, wenn er höher ist. Aber für sehr große Höhen kann diese Zunahme blos in geringem Maße, oder gar nicht stattfinden, weil die Abkühlung des Rauches dann zu groß, oder doch so groß werden kann, daß dadurch der Zug abnehmen muß. Diese Beschränkung leidet jedoch keine Anwendung auf die Schornsteine solcher Oefen, in welchen stark gefeuert wird, wie es in den Dampfkesselöfen der Fall ist, und es wird die Höhe der Schornsteine eher durch Umstände der Construction beschränkt.

Der Zug nimmt zu mit der Weite des Schornsteines und zwar in einem größern Maß, als bei der Zunahme seiner Höhe. Es ist deßhalb immer vortheilhaft, den Schornsteinen eine große Weite zu geben.

Der Zug nimmt sehr zu mit der Zunahme der Temperatur des Rauches im Schornstein; es ist zwar wahr, daß es auch hier Grenzen gibt, weil, wenn der Rauch bei einer sehr hohen Temperatur in den Schornstein tritt, viel Feuerwärme verloren geht; dieser Verlust kann jedoch häufig durch den

bessern Zug ersetzt werden, der alsdann stattfindet, wobei sodann das Feuer lebhafter brennt und die Wärme sich geschwinder dem in Dampf zu verwandelnden Wasser mittheilt.

Bei einem runden Durchschnitte des Schornsteines ist der Zug besser, als bei einem viereckigen. In runden Schornsteinen gibt es keine Ecken, es setzt sich weit weniger Ruß an, als in viereckigen Schornsteinen, und bei einem schwächern Zuge finden keine niedergehenden Luftströme statt, wie es in den Ecken viereckiger Schornsteine der Fall seyn kann, und woraus sich alsdann das sogenannte Rauchen derselben erklärt. Die Construction runder Schornsteine ist schwieriger, als diejenige der viereckigen (wiewohl man, wenn die Schornsteine aus gebrannten Backsteinen aufgeführt werden, letztere für diesen Zweck besonders formen lassen kann), aber sie sind leichter, oder vielmehr sie erfordern bei gleicher Stärke weniger Baumaterial. Schornsteine, welche im Durchschnitt ein rechtwinkliges längliches Viereck bilden, sind jederzeit zu mißbilligen; viel besser sind dann die ovalen Schornsteine. Nach den Schornsteinen von einem runden Durchschnitte sind diejenigen die besten, deren Durchschnitt ein regelmäßiges Viereck von der größtmöglichen Anzahl Seiten bildet, was eigentlich bei runden Schornsteinen der Fall ist, die aus geradlinig behauenen Steinen aufgeführt werden.

Hinsichtlich des Stoffes, aus welchem der Schornstein besteht, gewährt ein Schornstein von Eisenblech einen stärkern Zug, als ein Schornstein, welcher aus Steinen aufgeführt ist, und den meisten Zug geben gußeiserne Schornsteine. Dieses muß dem geringern Widerstande der Reibung zugeschrieben werden, welche der Rauch in den metallenen Schornsteinen erfährt; aber die Versuche sind

mit Schornsteinen angestellt worden, deren Wände nicht mit Ruß belegt waren; denn im Falle die Wände mit Ruß belegt sind, ist es sehr wahrscheinlich, daß die Bewegung des Rauches in jedem Schornsteine gleichstark verzögert werden müsse. Die Abkühlung durch die Wände metallener Schornsteine ist jedoch ansehnlich, aber nicht zu groß, oder sie geben immer noch einen bessern Zug, als die steinernen Schornsteine, sobald sich nicht zuviel Ruß angesetzt hat.

Um einen gußeisernen Schornstein mit größtem Nutzen anzuwenden, muß man eigentlich einen steinernen Schornstein inwendig mit gußeisernen Platten ꝛc. belegen, jedoch muß dieses mit aller Sorgsalt geschehen und dabei auch die Ausdehnung bei Erhöhung der Temperatur in Anschlag gebracht werden. Das Eisenblech kann eben so gut zu einer solchen Ausfütterung, oder Auskleidung benutzt werden, aber dasselbe rostet sehr bald. Weit besser ist Kupfer, besonders wenn die Temperatur des Rauches im Schornstein nicht zu hoch ist.

Wo man einen metallenen Schornstein ohne einen steinernen Ueberzug (die Schornsteinwand müßte denn doppelt seyn, so daß der Zwischenraum der Wände eine Luftschicht enthält) anwenden muß, wie es auf Dampfbooten der Fall ist, da haben schmiedeeiserne Röhren, wegen ihrer größern Leichtigkeit, natürlich vor gußeisernen den Vorzug.

Diese Grundsätze, welche abgeleitet sind aus der Betrachtung der Bewegung der heißen Luft in Schornsteinröhren, in wieweit diese Betrachtung in Art. 126 und 127 entwickelt wurde, sind nicht die einzigen, welche bei der Einrichtung und dem Baue von Schornsteinen in Acht genommen werden müssen; aber ehe wir uns über diese noch übrigen Grundsätze verbreiten werden, sollen die Regeln zur Be-

stimmung der Schornsteindimensionen vorausgeschickt werden.

130) Regeln zur Bestimmung der Dimensionen der Schornsteine. Die Dimensionen eines Schornsteines, durch welche der gute Zug des Feuers hergestellt werden muß, beschränken sich auf dessen Höhe, Weite, wenn der Durchmesser viereckig ist, oder auf seinen Durchmesser, wenn der Durchschnitt der innern Wand einen Kreis bildet.

Die Höhe eines Schornsteines ist in gewisser Hinsicht ganz willkührlich (wenn dieselbe nur nicht zu gering ist), weil der gute Zug durch Erweiterung des Schornsteines eben so gut befördert werden kann, als durch seine Erhöhung. Ein steinerner Schornstein für einen Dampfkesselofen hat eine hinlängliche Höhe, wenn der vertikale Abstand von dem Punkte, wo der Rauch eintritt, bis zum obern Ende zwischen 15 und 25 niederländischen Ellen beträgt; dreißig Ellen ist ziemlich ein Maximum für Schornsteine, die zu Oefen der Maschinen vom größten Caliber gehören; denn für Maschinen von großem Caliber muß der Schornstein für die Verbreitung der größern Quantität Rauch auch höher gemacht werden, als bei einer kleinern Maschine. Eine größere Höhe wird immer durch örtliche Umstände vorgeschrieben, z. B. durch die Nähe hoher Gebäude, oder wenn es darauf ankommt, den Rauch höher in die Atmosphäre zu führen, damit er in der Nähe nicht belästigend sey. Bei Dampfbootmaschinen kann die Höhe so weit nicht gehen, und bei Dampfwagenmaschinen darf die Höhe oft nicht einmal 4 Ellen betragen.

Zur Berechnung der Weite eines Schornsteines kann man sich der Formeln (3) bis (8) des Art. 127 bedienen. Wenn die Höhe des Schornsteines, die Länge der Heizkanäle und die Temperatur des Rau-

ches bekannt sind, so kommen in diesen Formeln als unbekannte Größen nur vor die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch aufsteigt, und die Weite des Schornsteins. Da jedoch aus einer Gleichung nur eine unbekannte Größe aufgelöst werden kann, wenn die andere bekannt ist, so bedarf man noch einer andern Gleichung, unabhängig von einer der Gleichungen (3) bis (8), in welcher S und D ebenfalls als unbekannte Größen vorkommen. Diese zweite Gleichung findet man aus der Quantität von Rauch oder Luft, welche in einer bestimmten Zeit durch den Schornstein streichen muß.

Früher ist bereits bemerkt worden, daß die Luft, welche unzersetzt durch's Feuer streicht, häufig zwei Drittel von derjenigen Quantität Luft beträgt, welche zur guten und lebhaften Unterhaltung des Feuers erforderlich ist; manchmal beträgt dieses nur $\frac{1}{4}$, wenn der Zug des Feuers gut, doch manchmal auch wohl noch einmal so viel. Diese Quantität Luft hängt übrigens ab von der Construction des Heerdes, von der Qualität des Brennstoffes und von der größern oder geringern Anhäufung, oder auch von der mehr oder weniger regelmäßigen Ausbreitung des Brennstoffes auf den Roststangen des Heerdes. In Berechnungen, gleich den weiter unten folgenden, kann man inzwischen annehmen, daß die Quantität Luft das Doppelte der absolut nöthigen Quantität betrage; denn wird dadurch eine größere Weite für den Schornstein gefunden, so kann dieses für den Zug des Feuers niemals nachtheilig seyn, und einen schwächern Zug kann man mit einem Register herstellen. Man nehme also hier an, daß zur Verbrennung von 1 Pfund Steinkohlen 20 Kubikellen Luft, und für entschwefelte Steinkohlen 18 Kubikellen Luft erforderlich sind; ja man setze diese

Quantität sogar auf 15 Kubikellen, um den kleinsten Schornsteindurchschnitt zu berechnen, worauf weiter unten mehrmals hingedeutet werden wird.

Man berechne nach Art. 124, wie viel Pfund Steinkohlen oder entschwefelte Steinkohlen verbraucht werden müssen in 1″, und diese Quantität gibt, mit 20 oder mit 18 multiplicirt, die in 1″ nöthige Quantität Luft, welche wir = Q setzen wollen. Angenommen nun, die Quantität des durch den Schornsteine streichenden Rauches sey beinahe gleich der Quantität Luft, die in das Feuer tritt, so muß in 1″ durch den Schornstein eine Quantität von Q Kubikellen Rauch durchziehen können. Da aber der Rauch durch die Erhöhung der Temperatur ausgedehnt wird und diese Ausdehnung für jeden Grad Temperaturerhöhung gleich ist 0,00375mal dem ursprünglichen Volumen, so wird für t° Temperatur das Volumen des Rauches

$$= (1 + 0{,}00375\, t) \cdot Q.$$

Wenn die Weite des Schornsteins = D ist, so beträgt der Quadratinhalt des Durchschnittes

$$= D^2, \text{ oder } = 0{,}7854 \cdot D^2,$$

je nachdem der Durchschnitt viereckig oder rund ist. Wenn man deßhalb diese Durchschnitte mit der Geschwindigkeit S des aufsteigenden Rauches multiplicirt, so bekommt man die Quantität Rauch, welcher in 1″ durch irgend einen Durchschnitt des Schornsteins zieht, und da diese Quantität der oben angegebenen gleich seyn muß, so entsteht daraus die folgende Gleichung:

1) Wenn der Durchschnitt viereckig ist

$$D^2 S = (1 + 0{,}00375\, t) \cdot Q \ldots\ldots (9).$$

2) Wenn der Durchschnitt rund ist

$$0{,}7854 \cdot D^2 S = (1 + 0{,}00375\, t) \cdot Q \ldots (10).$$

Und diese Gleichung muß dann verbunden werden mit einer der Gleichungen (3) bis (8), um den Durchmesser, oder die Weite des Schornsteins und die Geschwindigkeit des aufsteigenden Rauches zu bestimmen; diese Bestimmung wird durch das folgende Beispiel erläutert.

Es wird verlangt die Weite eines viereckigen steinernen Schornsteines von 16 Ellen Höhe zu bestimmen, welcher zu dem Ofen eines Dampfkessels einer niedrig drückenden Maschine von 50 Pferdekräften gehört; die Länge der Heizkanäle beträgt im Ganzen 16 Ellen, nnd der Rauch hat im Schornsteine die mittlere Temperatur von 200°.

Da der Schornstein aus Backsteinen aufgeführt ist und einen viereckigen Durchschnitt hat, so muß seine Weite bestimmt werden durch die Gleichungen (6) und (9), es ist nämlich

$$S = 0{,}45 \sqrt{\left(\frac{h\,(t - t')\,D}{L + 4\,D}\right)}$$

und $D^2 S = (1 + 0{,}00375\,t)\ Q.$

In diesen Formeln ist nun $h = 16$; $L = 16 + 16 = 32$; $t = 200°$; $t' = 20$. Nimmt man für 50 Pferdekräfte eine Consumtion von stündlich 300 Pfund Steinkohlen an, so beträgt die Consumtion in 1″ $\frac{1}{12}$ Pfund, und dann ist in 1″ eine Quantität von $\frac{20}{12} = 1{,}667$ Kubikellen Luft erforderlich; folglich ist $Q = 1{,}667$ und

$$S = 0{,}45 \sqrt{\frac{16\,(200 - 20)\,D}{32 + 4D}} = 24{,}15 \sqrt{\frac{D}{32 + 4D}}$$

$$D^2 S = (1 + 0{,}00375 \cdot 200)\ 1{,}667 = 2{,}92.$$

Die Auflösung von D und S aus diesen Gleichungen kann auf fünffach verschiedene Art geschehen

gleichen Durchschnitt haben; man kann dieses annehmen, um dadurch die Resultate nie zu klein zu bekommen; aber man berücksichtige zugleich auch, daß die Heizkanäle immer weiter seyn müssen, als der Schornstein (siehe weiter unten §. III.)

181) Wenn man auf die erklärte Weise den Schornsteindurchmesser für niedrig drückende Maschinen von verschiedenem Caliber berechnet und dann den Inhalt des Schornsteindurchschnittes mit der Zahl der Pferdekräfte dividirt, so erfährt man den Betrag des Durchschnittes für die Pferdekraft; die Ergebnisse dieser Berechnungen müssen indessen für Maschinen von verschiedener Größe immer verschieden ausfallen, weil die Länge der Heizkanäle und die Höhe der Schornsteine veränderlich ist. So findet man z. B., daß für Maschinen von 10, von 50 und von 100 Pferdekräften, wenn man die Höhe der Schornsteine zu 15, zu 22 und zu 30 Ellen, und die Länge der Heizkanäle zu 8, zu 19 und zu 45 Ellen annimmt, der Schornsteindurchschnitt auf die Pferdekraft ziemlich nahe 1,76, 1,50 und 1,40 Quadratpalmen betragen müsse, und zwar, wenn der Schornstein aus gebrannten Backsteinen aufgeführt ist und einen viereckigen Durchschnitt hat; nach einem mittlern Durchschnitte kämen also 1½ Quadratpalmen auf die Pferdekraft.

Wenn die Durchschnitte der Schornsteine rund sind, so würde man für die eben genannten Maschinen 1,60, 1,30, und 1,15 Quadratpalmen zum Resultat erhalten, was im Durchschnitt 1,30 Quadratpalmen auf die Pferdekraft betragen würde.

Für Maschinen von derselben Größe, deren Schornsteine jedoch aus runden schmiedeeisernen Röhren bestehen, die eine Höhe von 13, 16 und 20 Ellen haben, würde bei einer gleichen Länge der Heizkanäle der Durchschnitt des Schornsteins auf die

beinahe; und nach der zweiten Gleichung wird

$$S = \frac{2{,}92}{(0{,}85)^2} = \frac{29200}{7220} = \frac{1460}{361} = 4$$ Ellen beinahe.

Man kann es nun bei dieser Bestimmung bewenden lassen, da selbst eine Schornsteinweite von 8,5 Palmen für eine Maschine von 50 Pferdekräften bereits ausreichend ist. Bei einer geringern Länge der Heizkanäle und einer größern Höhe des Schornsteins wird eine Schornsteinweite von 7½ Palmen ausreichend seyn, um eine gleich gute Wirkung auf's Feuer hervorzubringen.

Wenn man annehmen kann, daß die mittlere Temperatur des Rauches 250° beträgt, und man alsdann die oben stehenden Rechnungen wiederum anwendet, so wird man für die ausreichende Schornsteinweite beinahe 8 Palmen finden.

Um die Weite eines runden steinernen Schornsteines zu berechnen, muß man sich der Gleichung (3) des Art. 127 und der Gleichung (10) bedienen. Man wird mit denselben Angaben für die Weite eines solchen Schornsteines beinahe 9 Palmen finden, was einen Durchschnitt von 63 Quadratpalmen gibt, während der Durchschnitt des viereckigen Schornsteins 72 Quadratpalmen betragen muß; und die Umfänge verhalten sich zu einander, wie 28¼ zu 34.

Bestimmt man auch die Weite eines runden Schornsteines aus Eisenblech mittelst der Formeln (4) und (10), so findet man für diese Weite reichlich 7,5 Palmen, was einen Durchschnitt von 44⅙ Quadratpalmen gibt. Die Formeln, mittelst welcher die oben stehenden und ähnliche Berechnungen ausgeführt worden, sind in der Voraussetzung entwickelt, daß die Heizkanäle und der Schornstein einen

gleichen Durchschnitt haben; man kann dieses annehmen, um dadurch die Resultate nie zu klein zu bekommen; aber man berücksichtige zugleich auch, daß die Heizkanäle immer weiter seyn müssen, als der Schornstein (siehe weiter unten §. III.)

131) Wenn man auf die erklärte Weise den Schornsteindurchmesser für niedrig drückende Maschinen von verschiedenem Caliber berechnet und dann den Inhalt des Schornsteindurchschnittes mit der Zahl der Pferdekräfte dividirt, so erfährt man den Betrag des Durchschnittes für die Pferdekraft; die Ergebnisse dieser Berechnungen müssen indessen für Maschinen von verschiedener Größe immer verschieden ausfallen, weil die Länge der Heizkanäle und die Höhe der Schornsteine veränderlich ist. So findet man z. B., daß für Maschinen von 10, von 50 und von 100 Pferdekräften, wenn man die Höhe der Schornsteine zu 15, zu 22 und zu 30 Ellen, und die Länge der Heizkanäle zu 8, zu 19 und zu 45 Ellen annimmt, der Schornsteindurchschnitt auf die Pferdekraft ziemlich nahe 1,76, 1,50 und 1,40 Quadratpalmen betragen müsse, und zwar, wenn der Schornstein aus gebrannten Backsteinen aufgeführt ist und einen viereckigen Durchschnitt hat; nach einem mittlern Durchschnitte kämen also 1½ Quadratpalmen auf die Pferdekraft.

Wenn die Durchschnitte der Schornsteine rund sind, so würde man für die eben genannten Maschinen 1,60, 1,30, und 1,15 Quadratpalmen zum Resultat erhalten, was im Durchschnitt 1,30 Quadratpalmen auf die Pferdekraft betragen würde.

Für Maschinen von derselben Größe, deren Schornsteine jedoch aus runden schmiedeeisernen Röhren bestehen, die eine Höhe von 13, 16 und 20 Ellen haben, würde bei einer gleichen Länge der Heizkanäle der Durchschnitt des Schornsteins auf die

Pferdekraft 1,25, 0,95, und 0,90 Quadratpalmen und also im Durchschnitt 1 Quadratpalm auf die Pferdekraft betragen.

Diese Durchschnittszahlen sind im Allgemeinen größer, als diejenigen, welche man in der Praxis meistentheils anzunehmen gewohnt ist. Denn für Maschinen von mittelmäßigem Caliber hat ein aus gebrannten Backsteinen aufgeführter Schornstein häufig noch nicht 1,20 Quadratpalmen Durchschnitt auf die Pferdekraft, und dieser Durchschnitt beträgt noch nicht $\frac{2}{3}$ Quadratpalmen auf die Pferdekraft, wenn der Schornstein rund ist und aus Schmiedeeisen besteht. Es gibt indessen viele Abweichungen von diesen Annahmen, ohne daß für dieselben immer ausreichende Gründe vorliegen. Auch kann man eine Durchschnittszahl nicht für jeden Fall anwenden, indem die Durchschnitte für Schornsteine kleiner Maschinen, z. B. von 3 oder 4 Pferdekräften verhältnißmäßig größer seyn müssen, als für Maschinen von größerem Caliber, weil sie mehr Brennstoff consumiren und weil eine Schornsteinröhre doch wenigstens eine Weite von $2\frac{1}{2}$ Palmen haben muß, obschon nach den oben stehenden Angaben diese Weite kleiner gefunden werden würde.

Man fußt auf unsicherem Grunde, wenn man in den meisten Fällen ein Durchschnittsresultat anwendet, weil die Höhe des Schornsteines die Länge der Heizkanäle und die Consumtion des Brennstoffes mit dem Caliber der Maschinen sämmtlich verschieden sind. Es sind schon in sofern die oben angegebenen Resultate unvollkommen, weil bei ihrer Bestimmung angenommen worden ist, daß die Consumtion des Brennstoffes auf die Pferdekraft stündlich 6 niederländische Pfunde im Durchschnitt betrage. Aber um sicher zu gehen, muß man in jedem besondern Falle die Weite eines Schornsteines

Register vorhanden ist, so ist es diese Oeffnung und nicht der Schornsteindurchschnitt, deren Größe durch das Register regulirt wird.

Der Zug eines Schornsteines wird auch befördert, wenn man die Oeffnung oben verengert, obschon die Vermehrung der Geschwindigkeit des ausströmenden Rauches in geringerm Maße stattfindet, als da, wo der Rauch eine verengerte Eingangsöffnung zu passiren hat. Die Oeffnung des Schornsteines von oben muß jedoch eine hinlängliche Weite für den Ausfluß des Rauches behalten, und man erlangt deßhalb einen bessern Zug, wenn man dieser Oeffnung eine Weite gibt, welche der berechneten Weite des Schornsteines gleich ist, und wenn man alsdann die Schornsteinröhre selbst erweitert. Man kann den so eben erwähnten Satz auch so ausdrücken: wenn man einen Schornstein oben verengert, so wird die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch durch diese Oeffnung strömt, bei einem weiten Schornsteine größer seyn, als bei einer Schornsteinröhre, welche durchgehends eine Weite hat, die der vorgenannten Oeffnung gleich ist; und eine der Hauptursachen dieses Erfolges ist die geringere Reibung, welche der Rauch in dem ersten Schornstein erfährt, während er sowohl die weitere Schornsteinröhre durchströmt, als auch endlich sich aus der verengerten obern Oeffnung ergießt.

Es ist also in vielen Fällen nützlich, sowohl die obere Oeffnung des Schornsteines zu verengern, als auch seine untere Mündung, sobald nur die verengerte Oeffnung wenigstens eine Weite behält, die von der berechneten Weite der Schornsteinröhre nicht sehr verschieden, oder derselben gleich ist. Es ist oben erwähnt worden,

ten Durchschnitt strömende Rauch wird dann nur einen sehr geringen Widerstand durch Reibung erfahren, besonders wenn die Verengerung durch eine schmale Fläche bewerkstelligt wird und der Rauch jenseits der Verengerung sich sogleich in einen größern Raum vertheilen kann. Man bewirkt diese Verengerung in einem aus Mauerwerk aufgeführten Schornsteine dadurch, daß man einige Steine in den Schornstein vorspringen läßt; eine bessere Wirkung gewährt aber ein Register. Ein unten am Schornstein angebrachtes Register besteht aus einem horizontalen oder vertikalen gußeisernen Schieber, welcher sich in einer Nuth bewegt, die bei der Aufführung des Schornsteins im Mauerwerk angebracht ist (vergl. unter andern Fig. 14, 15 und 17 Taf. I und II). Die vertikalen Schieber lassen sich leichter steuern, als die horizontalen und entsprechen dem Zwecke besser. Auch kann man in der Schornsteinröhre eine horizontale Klappe anbringen, welche sich um eine Axe dreht und von außen mit einem Hebel, oder auf sonst eine Weise regiert werden kann. Die Einrichtung einer solchen Klappe und der damit verbundenen Theile muß dann ferner so beschaffen seyn, daß die Schornsteinröhre durch dieselbe vollkommen geschlossen werden und daß auch die Klappe in jedem Stande festgestellt werden kann. Es ist endlich in jedem Fall für den guten Zug von Nutzen, daß man da, wo das Register angebracht wird, im Schornstein oder vor der Mündung desselben eine dünne Scheidung von Gußeisen mit viereckiger, oder runder Oeffnung anbringe, die jedoch etwas kleiner, als der Durchschnitt der Schornsteinröhre ist, so daß z. B. die Ränder diese Oeffnung bis zur Schornsteinwand einen Abstand haben von 5 Zollen oder mehr. Diese Oeffnung bildet nun schon eine Verengerung, und wenn nun noch ein

Register vorhanden ist, so ist es diese Oeffnung und nicht der Schornsteindurchschnitt, deren Größe durch das Register regulirt wird.

Der Zug eines Schornsteines wird auch befördert, wenn man die Oeffnung oben verengert, obschon die Vermehrung der Geschwindigkeit des ausströmenden Rauches in geringerm Maße stattfindet, als da, wo der Rauch eine verengerte Eingangsöffnung zu passiren hat. Die Oeffnung des Schornsteines von oben muß jedoch eine hinlängliche Weite für den Ausfluß des Rauches behalten, und man erlangt deßhalb einen bessern Zug, wenn man dieser Oeffnung eine Weite gibt, welche der berechneten Weite des Schornsteines gleich ist, und wenn man alsdann die Schornsteinröhre selbst erweitert. Man kann den so eben erwähnten Satz auch so ausdrücken: wenn man einen Schornstein oben verengert, so wird die Geschwindigkeit, mit welcher der Rauch durch diese Oeffnung strömt, bei einem weiten Schornsteine größer seyn, als bei einer Schornsteinröhre, welche durchgehends eine Weite hat, die der vorgenannten Oeffnung gleich ist; und eine der Hauptursachen dieses Erfolges ist die geringere Reibung, welche der Rauch in dem ersten Schornstein erfährt, während er sowohl die weitere Schornsteinröhre durchströmt, als auch endlich sich aus der verengerten obern Oeffnung ergießt.

Es ist also in vielen Fällen nützlich, sowohl die obere Oeffnung des Schornsteines zn verengern, als auch seine untere Mündung, sobald nur die verengerte Oeffnung wenigstens eine Weite behält, die von der berechneten Weite der Schornsteinröhre nicht sehr verschieden, oder derselben gleich ist. Es ist oben erwähnt worden,

dienen, z. B. zum Heizen von Dampfkesseln, denn auf andere Zwecke nehmen wir hier keine besondere Rücksicht.

Der erwähnte Vortheil besteht nämlich in der geringern Quantität Baumaterial, mit welchem man einen einzigen Schornstein mit größerer Festigkeit und Höhe auszuführen vermag, als verschiedene Schornsteinröhren, deren Durchschnitte zusammengenommen soviel Inhalt haben, als der Durchschnitt der einzelnen Schornsteinröhre. Auch müssen wegen des kleinern Umfanges der einzelnen Schornsteinröhre der Widerstand der Reibung und die Abkühlung geringer seyn, als wenn man für denselben Zweck mehrere besondere Schornsteinröhren verwendet; und mit einer einzigen Schornsteinröhre erhalten deshalb die verschiedenen Feuer einen viel bessern Zug, als wenn jedes eine besondere Schornsteinröhre bekäme.

Für Maschinen von einem großen Caliber muß man häufig zwei, oder drei, oder mehr Dampfkessel haben, unter welchen auf einem, oder auf zwei besondern Heerden die Feuerung beschickt wird, und die Heizkanäle dieser Kessel laufen endlich sämmtlich in denselben Schornstein. Für Dampfkessel auf Dampfbooten ist hiervon auch schon ein Beispiel mitgetheilt, und zwar im sechsten Kap. der II. Abth. (siehe Art. 107. und Fig. 107 bis 110).

Wenn unter allen den Kesseln, deren Heerde ihren Rauch in denselben Schornstein abgeben, nicht zu gleicher Zeit gefeuert wird, so müssen die Feuerkanäle oder Schornsteinröhren der verschiedenen Heerde mit Registern oder Klappen versehen werden, um die Röhren derjenigen Heerde, auf welchen nicht gefeuert wird, verschließen zu können, während die andern Heerde in Thätigkeit sind; denn ohne diese Vorsorge würde der Schornstein durch den Heizkanal des unbenutzten und unverschlossenen Heerdes

steht allmählig; der Zug ist jedoch in diesem letztern Falle schwächer, als bei der erst erwähnten Einrichtung. Die Quantität der Erweiterung von oben nach unten ist in gewisser Hinsicht willkührlich, und je größer der Fall der innern Wand des Schornsteines seyn kann, desto besser ist es für den Zug, sobald man übrigens nur hinlänglich vorbauen kann, daß durch die genannte Erweiterung keine vermehrte Abkühlung des Rauches stattfinde. Ein Gefäll von $\frac{1}{100}$, d. h. von 1 Zoll auf die Elle ist für die höchsten Schornsteine ausreichend; größer kann dieses Gefäll genommen werden in Schornsteinen von z. B. 15 und 20 Ellen Höhe.

Statt die innere Wand des Schornsteins pyramidalisch oder conisch zulaufen zu lassen, kann man die Verengerung der Röhre auch stufenweise stattfinden lassen, indem man z. B. die Weite derselben auf zwei bis drei Ellen, oder höher, dieselbe bleiben läßt, und dann die Wand mit einemmal um einen halben Backstein, oder eine halbe Hand verengert, und dieses dann von unten bis oben einigemal auf diese Weise wiederholt. Auch kann man die innere Wand erst bis zu einer Höhe von vier oder mehr Ellen pyramidalisch, oder conisch emporsteigen, dann die Wand um einen halben Backstein weiter werden und dann wieder pyramidalisch oder conisch, wiewohl enger zulaufen, sodann nochmals weiter werden lassen u. s. f. bis an's obere Ende. Bei diesem letzten Verfahren ist die Aufführung des Schornsteins oft leichter, als wenn die innere Wandung ganz gerade emporsteigt, d. h. weder enger, noch weiter wird.

133) Wenn verschiedene Feuerheerde nahe bei einander liegen, so ist es häufig vortheilhaft, denselben einen einzigen Schornstein zu geben, sobald nämlich diese Feuerheerde alle zu ähnlichen Zwecken

dienen, z. B. zum Heizen von Dampfkesseln, denn auf andere Zwecke nehmen wir hier keine besondere Rücksicht.

Der erwähnte Vortheil besteht nämlich in der geringern Quantität Baumaterial, mit welchem man einen einzigen Schornstein mit größerer Festigkeit und Höhe auszuführen vermag, als verschiedene Schornsteinröhren, deren Durchschnitte zusammengenommen soviel Inhalt haben, als der Durchschnitt der einzelnen Schornsteinröhre. Auch müssen wegen des kleinern Umfanges der einzelnen Schornsteinröhre der Widerstand der Reibung und die Abkühlung geringer seyn, als wenn man für denselben Zweck mehrere besondere Schornsteinröhren verwendet; und mit einer einzigen Schornsteinröhre erhalten deshalb die verschiedenen Feuer einen viel bessern Zug, als wenn jedes eine besondere Schornsteinröhre bekäme.

Für Maschinen von einem großen Caliber muß man häufig zwei, oder drei, oder mehr Dampfkessel haben, unter welchen auf einem, oder auf zwei besondern Heerden die Feuerung beschickt wird, und die Heizkanäle dieser Kessel laufen endlich sämmtlich in denselben Schornstein. Für Dampfkessel auf Dampfbooten ist hiervon auch schon ein Beispiel mitgetheilt, und zwar im sechsten Kap. der II. Abth. (siehe Art. 107. und Fig. 107 bis 110).

Wenn unter allen den Kesseln, deren Heerde ihren Rauch in denselben Schornstein abgeben, nicht zu gleicher Zeit gefeuert wird, so müssen die Feuerkanäle oder Schornsteinröhren der verschiedenen Heerde mit Registern oder Klappen versehen werden, um die Röhren derjenigen Heerde, auf welchen nicht gefeuert wird, verschließen zu können, während die andern Heerde in Thätigkeit sind; denn ohne diese Vorsorge würde der Schornstein durch den Heizkanal des unbenutzten und unverschlossenen Heerdes

Luft schöpfen, der aufsteigende Rauch würde dadurch abgekühlt und der Zug der Heerdfeuer vermindert werden. Statt Register anzuwenden, theilt man den gemeinschaftlichen Schornstein durch Scheidewände in ebenso viele Kanäle, als besondere Heizkanäle in die gemeinschaftliche Schornsteinröhre sich einmünden, so daß dann jeder besondere Heerd auch so zu sagen eine besondere Schornsteinröhre hat. Dergleichen Scheidewände verhindern die Abkühlung des Rauches, sobald nicht alle Heerde zugleich in Thätigkeit sind, und sie geben auch dem Schornsteine größere Stärke, weil sie die gegenüberstehenden Wände verbinden. Aber man gewinnt bei dieser Construction wenig an der Quantität des Baumateriales; die Festigkeit des ganzen Schornsteines wird auch geringer, sobald er nicht aus Mauerwerk besteht und an der hohen Wand eines Gebäudes emporgeführt werden kann; der Zug der verschiedenen Feuer wird geringer, weil der Widerstand der Reibung jetzt derselbe ist, als wenn ebenso viele besondere Schornsteine als Heerde, vorhanden wären, und die Construction kann in jedem Falle nur bei gemauerten Schornsteinen mit einigem Erfolge angewendet werden, weil man die Scheidewände dergestalt anbringen muß, daß der Durchschnitt jeder Schornsteinröhre ein Quadrat bildet, weshalb der Umfang der äußern Wände der vereinigten Schornsteinröhren entweder ein Quadrat, oder ein längliches Rechteck bilden muß, und so muß dann auch die Gestalt eines eisernen Schornsteines seyn, in welchem man eine oder mehrere durchlaufende Scheidewände anzubringen Willens ist, was jedoch nicht gebräuchlich und auch weniger vortheilhaft ist.

Es ist also im Allgemeinen für den guten Zug der Feuer nicht vortheilhaft, den gemeinschaftlichen Schornstein aller Heerde mit durchlaufenden

Scheidewänden oder Zungen (nämlich von unten bis oben), in besondere Kanäle zu theilen. Wenn aber solche Scheidewände sich z. B. nur 1 Elle über die verschiedenen Einmündungen des Rauches in dem gemeinschaftlichen Schornstein erheben, so leisten sie einen wichtigen Dienst und müssen dann jederzeit, sowohl in gemauerten, als eisernen Schornsteinen angebracht werden, gleichviel, ob deren Durchschnitt viereckig, oder rund ist. Denn alsdann vereinigen sich die verschiedenen Rauchsäulen nicht eher, als über den Scheidewänden, wenn die Richtungen ihrer Bewegung sämmtlich vertikal und also parallel laufend sind, so daß der Rauch in keinen der Heerde zurückgetrieben werden kann, welches sich ereignen könnte, sobald einer der Heerde einen bessern Zug, als ein anderer besitzt, und die Rauchsäulen beider Heerde in horizontalen und entgegengesetzten Richtungen auf einander stoßen, bevor sie zusammen in den gemeinschaftlichen Schornstein aufsteigen könnten; wenigstens würde dann der Zug des einen Heerdes durch den Rauch des andern Heerdes gehindert werden können.

Um den Widerstand der Reibung nicht ohne Noth zu vermehren, müssen nicht allein die Kanäle, welche die Heizkanäle mit dem Schornsteine vereinigen, die kleinst mögliche Länge haben, sondern man hat auch, wo es angeht, viele Biegungen, Niedergänge und Ecken zu vermeiden. Hauptsächlich runde man die Ecken ab, damit eines Theils die Länge des Kanales geringer werde, andern Theils sich weniger Ruß in den Biegungen ansetze, und auch weniger Gelegenheit für zurückgehende Strömungen vorhanden sei.

134) In sofern die äußere Form eines gemauerten Schornsteines nicht abhängt von örtlichen Umständen, ist dieselbe willkürlich. Diese Formen kön-

wohl kurze Röhren verbinden, oder vortretende und schräg gerichtete Ränder, damit das Wasser nicht an der Schornsteinmauer hinabläuft. Diese Art der Schornsteinhaube gewährt vor andern den Vortheil, daß sie nicht mehr Wind faßt, als der Schornstein selbst, und den Rauch unmittelbar aufsteigen läßt. Dieser Schornsteinaufsatz kann eigentlich nicht als eine Haube betrachtet werden, sondern blos als eine Verlängerung der Schornsteinröhre, in welche ein Schirm gelegt ist; denn die gewöhnlichen Hauben schützen mehr vor Wind, als vor Regen.

Wenn die Schornsteinmauer eine solche Dicke hat, daß der Inhalt des äußern Durchschnittes FI größer ist, als der doppelte Inhalt des innern Durchschnittes BC, so kann man statt des Schirmes ebo von der Gestalt eines umgekehrten Daches eine einzige durchlaufende Platte dgbe nehmen, so daß die Oeffnung eh dann allein die Oeffnung für den ausströmenden Rauch ist, und diese Oeffnung kann bei einem großen Inhalte des äußern Schornsteindurchschnittes immer größer seyn, als der Inhalt des innern Durchschnittes BC, ohne daß der obere Schirm dgbe sich zu wenig über den untern Schirm af ausbreitet. Bei dieser letzten Einrichtung kann auch die vierte Wand HI weggelassen werden, und bei der ersten Construktion kann man dieselbe dergestalt mit den andern Wänden verbinden, daß es nicht schwer fällt, dieselbe abzunehmen, oder zu öffnen, um oben in den Schornstein zu gelangen. Für diesen Zweck kann man z. B. diese Wand sich wie eine Thür an Angeln drehen lassen, welche in einer der Wandplatten GHIF sitzen, oder bei I an der Platte IK.

Für einen runden, aus Mauerwerk aufgeführten Schornstein wird die Construktion schwieriger, weil dann der untere Schirm af....dg die Fläche

eines abgestutzten Kegels haben muß. Der obere Schirm kann ein umgekehrter Kegel seyn, welcher an drei oder mehr in der eisernen Wand befestigten Querstäben hängt. Dieser Schirm muß alsdann bei b durchbohrt seyn, damit das Wasser durch ein nach Außen geleitetes Röhrchen, oder durch ein Röhrchen, welches am Umfange a d des untern Schirmes endigt, ablaufen könne. Der obere Schirm kann jedoch auch aus einer ebenen runden Platte c e bestehen, die mit einem emporstehenden Rande versehen ist, aus welchem das Wasser durch ein Röhrchen nach Außen, oder in die Winkel a oder d des untern Schirmes geleitet wird.

Die angegebene Einrichtung läßt sich nicht anwenden auf runde, oder ovale Schornsteine von Eisenblech, oder irgend einem andern Metall, ohne daß man dieselben oben erweitert, oder eine weitere Haube auf dieselben setzt.

135) Obgleich der Schornstein einer Dampfmaschine eine große Höhe hat, so ereignet es sich jedoch nicht selten, daß der dicke Rauch, der aus demselben aufsteigt, wenn frische Kohlen auf den Heerd geworfen worden sind, wie auch die rußartigen Dämpfe ihre festen Theile sehr bald niederfallen lassen, was den Bewohnern nahe gelegener Gebäude u. s. w. sehr lästig werden kann. Man hat sich vielfach bemüht, diese Unannehmlichkeiten zu beseitigen, und ohne uns hier über die sogenannten rauchverzehrenden Heerde zu verbreiten, über welche in diesem Kapitel noch das eine und das andere gesagt werden soll, so erreicht man diesen Zweck auf die beste Weise, indem man entweder dem Schornstein eine sehr große Höhe gibt, oder den Rauch mit Wasser verdichtet; aber die Einrichtung für letztern Zweck ist nichts weniger, als einfach, und kann

auch nicht an allen Orten angewendet werden, oder sie verursacht anderes Ungemach.

Um sich eine Vorstellung von einer der einfachsten Einrichtungen zur Condensirung des Dampfes durch Wasser zu machen, so denke man sich neben dem Schornstein, in welchem der Rauch aufsteigt, eine zweite Schornsteinröhre. Die Röhre des ersten Schornsteines sey von oben ganz, oder größentheils geschlossen; aber sie habe Gemeinschaft mit der zweiten Schornsteinröhre durch eine Seitenöffnung, oder durch einen kurzen horizontalen Kanal. Auf der Oeffnung der zweiten Röhre ist ein Wasserbehälter befestigt, der die genannte Oeffnung bedeckt. Der Boden dieses Behälters ist mit einer großen Menge kleiner Oeffnungen wie ein Filtrirtrichter durchbohrt, so daß das Wasser durch diese Oeffnungen in Gestalt eines Regens niederfällt. Dieses niederfallende Wasser führt die Luft im zweiten Schornsteine mit sich, verursacht in demselben einen Zug, so daß der Rauch aus dem ersten Schornsteine in den zweiten übertritt und mit großer Geschwindigkeit niedergeführt wird. Durch das niederfallende Wasser wird er abgekühlt und condensirt und läßt seine festen Theile frei, so daß aus einer Oeffnung, nahe am Boden in der Wand des zweiten Schornsteines nun kein schwarzer Rauch zum Vorschein kommt, sondern blos ein starker Luftstrom, während das ablaufende Wasser mit den Theilen des Rußes geschwängert ist. Bei dieser Einrichtung muß der Wasserbehälter beständig auf einerlei Höhe mit Wasser gefüllt bleiben. Dazu kann die Dampfmaschine benutzt werden, die immer ein hinlängliches Uebermaaß von Kraft besitzt, um dieses Wasser zu heben; jedoch kostet es mehr Brennstoff, wenn man von diesem Kraftantheile der Maschine Gebrauch machen will.

Benutzt man als Brennstoff gut abgeschwefelte

Steinkohlen, so ist der aus dem Schornsteine aufsteigende Rauch mit keinen lästigen Dämpfen geschwängert; aber da die abgeschwefelten Steinkohlen an und für sich wenig, oder vielmehr gar keine Flamme geben, so kann man dieselben ohne Zusatz von anderm Brennstoffe nur unter kleinen Kesseln mit einigem Erfolg anwenden, und es ist auch sehr nachtheilig, sich dieses Brennstoffes zu bedienen, wenn man die Steinkohlen absichtlich für diesen Zweck erst entschwefeln muß, ohne sie dabei auf eine andere Weise benutzen zu können, z. B. zur Erzeugung von Steinkohlengas.

136) Der Zug eines Feuers, der ohne mechanische Mittel durch einen guten Schornstein erlangt wird, läßt sich auch ohne Schornstein mit mechanischen Mitteln herstellen. So wie z. B. ein Gebläse dazu dient, um einen zu geringen Zug zu ersetzen, oder um einem schlechten Zuge zur Hülfe zu kommen, so kann man ein Gebläse auch dazu benutzen, um die ganze nöthige Quantität Luft mit einer großen Geschwindigkeit in das Feuer strömen zu lassen, so daß nur eine sehr kurze Schornsteinröhre nöthig ist, um dem Rauche Abzug zu geben. Aber statt Luft in das Feuer zu blasen, kann man auch statt eines Schornsteines ein Saugwerkzeug anwenden, um den Rauch aus den Heizkanälen zu ziehen und auf diese Weise Luft durchs Feuer strömen zu lassen. Diese beiden Mittel kann man auch zugleich benutzen.

Wo ein Schornstein zu kurz ist, wie z. B. der Schornstein einer Dampfboot- oder Dampfwagenmaschine, oder nicht hoch genug geführt werden kann, um den verlangten Zug des Feuers zu erzeugen, so daß nämlich in einer bestimmten Zeit eine verlangte Quantität Luft zuströmt, da wendet man mit Vortheil eine Luftpumpe, ein Wassergebläs, oder irgend

ein anderes Gebläs an, um den fehlenden Zug zu ersetzen. Ebenso wendet man ein Gebläs, oder eine Saugevorrichtung an, wenn der Heerd zu klein ist, und die Heizkanäle, oder auch die zu erwärmende Oberfläche nicht die erforderliche Größe haben; denn durch eine größere Quantität heißer Luft, welche (auch bei einer höhern Temperatur) in einer bestimmten Zeit durch die Heizkanäle getrieben wird, wird dann die verlangte Wärme dem Wasser mitgetheilt werden können. Sind endlich abgeschwefelte Steinkohlen der Brennstoff, dessen man sich bedient, so ist es bei Ermangelung einer langen fortstreichenden Flamme von Nutzen, die größtmögliche Quantität Luft durch die Heizkanäle streichen zu lassen und zugleich dieser Luft die höchstmögliche Temperatur mitzutheilen, was man durch Gebläse bewirken kann. Und hieraus ergibt sich denn, daß die Anwendung eines Gebläses, obgleich ein Theil der Kraft der Dampfmaschine in Anspruch genommen wird, um dasselbe in Thätigkeit zu setzen, von Nutzen seyn kann für den Fall, daß die drei besonders angeführten Umstände zugleich statt finden (nämlich, daß kein Schornstein, oder nur ein kurzer Schornstein anwesend seyn kann; daß der Kessel, und ganz besonders die zu erwärmende Oberfläche des Kessels die gewöhnlich verlangte Größe nicht haben kann, und daß der Brennstoff aus abgeschwefelten Steinkohlen bestehen muß).

Von einer Anwendung der Gebläse auf Dampfwagen ist bereits in §. VI. des sechsten Kap. der vorhergehenden Abtheilung die Rede gewesen. Auf die Anwendung von Gebläsen, um eine große Quantität erhitzter Luft durch die Heizkanäle eines Dampfkessels zu treiben, und auf die Anwendung von Saugpumpen, um den Rauch aus den Heizkanälen zu saugen, oder auf die gleichzeitige Anwendung dieser

beiden Mittel, sowie oben erwähnt worden, haben die englischen Mechaniker Braithwaite und Ericson zu Anfang des Jahres 1829 ein Patent bekommen. Sie haben durch verschiedene Versuche das Vortheilhafte ihres Verfahrens dargelegt.

Wenn die Luft ins Feuer geblasen werden soll, so wird der Heerd von vorn geschlossen, aber er kann sowohl von oben, als von unten durch zwei, oder mehr Röhren, welche mit dem Gebläse in Verbindung stehen, und deren Oeffnungen durch Hähne regulirt, oder geschlossen werden können, Luft zugeführt erhalten. Der Heerd befindet sich unter einem kurzen stehenden Cylinder, welcher von oben die Gestalt einer Flasche mit einem kurzen Halse hat, und durch deren Oeffnung (die mit einem Deckel verschlossen werden kann) der Brennstoff (abgeschwefelte Steinkohlen) auf den Heerd gegeben wird. Dieser Cylinder grenzt an den Dampfkessel, der aus einem horizontalen Cylinder besteht, durch welchen vom Heerde aus drei oder mehr Heizkanäle laufen. Sie bestehen aus gußeisernen Röhren und liegen dergestalt über einander, daß der erste Kanal, durch welchen die heiße Luft unmittelbar vom Heerde streicht, durch die obersten Wasserschichten geführt ist, so daß diese auch am stärksten erhitzt werden; der letzte Kanal liegt dicht über dem Boden des Kessels und hebt sich ein wenig, nachdem er den Kessel verlassen hat, gleich einer Schornsteinröhre.

Im Falle die Luft aus den Heizkanälen gezogen wird, steht der letzte Heizkanal oder Luftröhre mit einer Luftpumpe, oder mit einer andern Saugevorrichtung in Verbindung, und der Heerd empfängt von oben und von unten die äußere Luft durch kurze Röhren, die mit Hähnen versehen sind.

Wenn man der Richtigkeit der Versuche Vertrauen schenken darf, die von den erwähnten Mecha-

linders hat. Alsdann beträgt die Breite des Rostes im Durchschnitt $\frac{4}{5}$ oder $\frac{3}{4}$ von der Breite des Kessels; dieses gilt aber allein von eingemauerten Kesseln und in sofern der Rost keine größere Breite als 13 bis 14 Palmen bekommt. Die Länge darf höchstens 1,8 bis 2 Ellen betragen, weil sonst die Beschickung des Heerdes zu schwierig wird und zu viel Zeit erfordert; aber selten werden die Heerde so lang; denn wenn die Kessel von der Größe sind, daß sie Roststangen von der eben genannten Länge brauchen, so sind dieselben auch wahrscheinlich vom Maximum der Größe, und für Dampfmaschinen von größerem Kraftvermögen bedarf man dann zwei oder drei Kessel von kleinerem Caliber. Manchmal beschickt man auch unter demselben Kessel zwei Heerde, welche in der Richtung der Breite des Kessels liegen. Dieses gewährt den Vortheil, daß die Beschickung des Heerdes leichter wird und die Heerdthüren dabei nicht so lange geöffnet bleiben. Von einer solchen Einrichtung unter den Kesseln der Dampfboote ist bereits im letzten Kapitel der vorhergehenden Abtheilung Meldung gethan (vergl. ferner was weiter unten gesagt werden wird).

Der Zwischenraum der Roststangen betrage $1\frac{1}{2}$ bis 2 niederländische Zolle und die Breite der Stangen 4 bis 5 Zoll. Die zweckmäßigsten Dimensionen erhält man jedoch, wenn man den Zwischenräumen eine Weite von $1\frac{1}{2}$ und den Roststangen eine Breite von 3 niederländischen Zollen gibt. Bei diesen Dimensionen findet nämlich die Luft leichter Gelegenheit, auf der größten Zahl von Punkten in das Feuer zu strömen, und die Oeffnungen, durch welche die Asche und die ausgebrannten Kohlen fallen müssen, sind dann auch weit genug. Die Dicke der Roststangen hat man nach ihrer Breite, Länge, Stoff und Form (welches sogleich näher angegeben

werden soll) und ferner nach dem Umstande zu reguliren, daß sie schon um deßwillen hinlängliche Stärke besitzen müssen, weil sie sich nahe am Glühpunkte befinden und doch das Gewicht des Brennstoffes, ja sogar das fünf- oder zehnfache Gewicht (denn man muß auch in Anschlag bringen, daß sie durch Consumtion rc. immer schwächer werden) bequem müssen tragen können.

Der Stoff der Roststangen ist fast jederzeit Gußeisen; kurze platte oder viereckige Stangen läßt man wohl zuweilen auch aus Zaineisen verfertigen. Die Länge der Stangen kann gleich seyn der ganzen Länge des Rostes; wenn jedoch diese Länge mehr, als 12 oder 14 Palmen beträgt, so thut man wohl, die Roststangen nicht allein an den Ecken, sondern auch in der Mitte zu unterstützen, und dann ist es auch für die Stärke der eisernen Stangen vortheilhafter, daß man, statt durchlaufender Stangen, die in der Mitte unterstützt werden, lieber zwei Stangen in der Länge nimmt. Auf diese Weise beträgt die Länge einer Roststange selten mehr, als 12 Palmen, und die Dicke dieser Stangen in der Mitte ist dann für die größten Roste 7 und 8 bis höchstens 10 Zoll. (Man vergl. ferner hiermit die Beschreibung der Formen der Roststangen u. s. w. im nächstfolgenden Art. 138.)

b) Größe des Heerdes in der Richtung der Höhe. Zwischen dem Feuerrost oder vielmehr zwischen der Oberfläche des Brennstoffes und dem Boden des Kessels muß ein hinlänglicher Raum vorhanden seyn, damit sich die Flamme frei entwickeln könne, und damit der Rauch, welcher aus dem frisch aufgegebenen Brennstoff durch's Feuer geht, so viel wie möglich verbrannt werde. Auch muß der vertikale Durchschnitt des Heerdes natürlich größer seyn, als der Schornsteindurchschnitt, so-

wohl um den guten Zug zu befördern (wie in §. II. bereits angegeben ist), als auch um deßwillen, weil das Volumen der heißen Luft wegen ihrer höhern Temperatur im Heerde größer ist, als im Schornsteine. Der eigentliche Abstand des Rostes vom Boden des Kessels hängt dann auch ab von der Dicke der Brennstofflage, von der Qualität desselben und von der Sorte des Brennstoffes; denn was die Sorte anlangt, so begreift man von selbst, daß der Heerdraum größer seyn müsse, wenn man abgeschwefelte Steinkohlen, und noch größer, wenn man Holz brennt, als in dem Falle, wo der Heerd mit Steinkohlen beschickt wird.

Es ist sehr schwierig, bestimmte Maße für den Heerdraum anzugeben, von denen man in jedem besondern Falle denselben Gebrauch machen könnte. Ist der Rost eben, hat der Kessel einen gewölbten Boden, wird in demselben Dampf von niederem Druck erzeugt, und besteht der Brennstoff aus guten trocknen Steinkohlen, so kann man dem Roste von der Mitte des Kesselbodens einen Abstand von 5 bis 6 Palmen geben. Ist, bei denselben anderen Umständen, der Kessel cylindrisch, so liegt die Mitte des Kesselbodens dem Heerde näher, als die beiden Enden, die auf dem Mauerwerk, oder auf den Seitenwänden des Ofens ruhen, und der Abstand des Rostes von der Mitte des Kessels kann dann 4 bis 5 Palmen betragen. Aber häufig gibt man den Rosten eine schräge Lage, so daß sie nach hinten immer tiefer werden, um die durchglühten Steinkohlen auf dem hintern Theile des Heerdes aufhäufen zu können, damit der Rauch der frischen und noch nicht vollkommen in Brand gerathenen Steinkohlen, die auf den vordern Theil des Heerdes gegeben werden, auf diese Weise zum größten Theile verbrenne. Diese Neigung des Heerdes beträgt zwischen 6 und 9

auf 1 je nach der Länge der Roststangen; und für die längsten Roste beträgt dann der Abstand vom untern Ende des Rostes bis zur Mitte des Kesselbodens ungefähr 9 Palmen, wenn dieser Abstand vom vordern oder obern Ende 5 bis 6 Palmen beträgt.

Diese Maße gelten auch als Durchschnittszahlen, wenn der Boden des Kessels eben ist, wie bei den Kesseln der Dampfboote. Bei Kesseln von hohem Druck muß der Rost dem Kesselboden etwas mehr genähert werden, damit die Flamme unmittelbarer den Kessel berühre. Soll z. B. Dampf von 5 Atmosphären Spannung erzeugt werden, so kann der Abstand des Rostes vom Kesselboden am vordern Ende 5 Palmen und am hintern Ende 7 Palmen betragen, während diese Abstände 6 und 9 Palmen unter Kesseln von niederem Druck ausmachen.

Da die Breite des Rostes unter eingemauerten Kesseln gleich ist $\frac{3}{4}$ oder $\frac{4}{5}$ der Breite des Kessels über dem Feuer, so schrägen sich die Seitenwände des Ofens nach außen ab; dadurch bekommt der Heerd einen geräumigern Durchschnitt, was für die vollkommene Entwickelung der Flamme in jeder Hinsicht vortheilhaft ist. Diese Einrichtung kann aber natürlich nicht getroffen werden, wenn der Feuerraum im Kessel selbst angebracht ist, wie es der Fall zu seyn pflegt bei ebenen oder cylindrischen Kesseln für Dampfboote. In diesen Kesseln muß der Heerdraum häufig sehr beschränkt werden; manchmal ist dann der mittlere Heerddurchschnitt nur dem Doppelten des berechneten kleinsten Schornsteindurchschnittes gleich, während er in andern Fällen dem Dreifachen und Vierfachen jenes kleinsten Durchschnittes gleich seyn kann; es dürfen jedoch in den genannten Kesseln die Heerde immer etwas kleiner genommen werden, weil sie eine geringere Breite

bedürfen, da die Wärme hier nicht durch die Seitenwandungen verloren geht, sondern dem Wasser mitgetheilt wird.

Die Breite des Aschenraumes sey gleich der Breite des Rostes und die Tiefe desselben groß genug, um den nöthigen Raum für Asche und ausgebrannte Kohlen zu gewähren. Die Oeffnung des Aschenraumes, durch welche die äußere Luft eintreten muß, kann man dem kleinsten Schornsteindurchschnitte gleich machen; aber eine kleinere Oeffnung entspricht dem Zwecke eben so gut. Es ist besser, diese Oeffnung so einzurichten, daß sich die Asche sammt den ausgebrannten Kohlen leicht ausräumen läßt, und dann dieser Oeffnung lieber eine eiserne Thür mit einem oder zwei Schiebern zu geben, die als Register dienen können, um eine größere oder geringere Quantität Luft unter den Rost treten zu lassen; denn auf diese Weise erlangt man wiederum ein bequemes Mittel, den Zug zu reguliren.

c) Größe der Heizkanäle. Wir beschäftigen uns hier blos mit der Größe der Heizkanäle, mögen dieselben um den Kessel herum, oder durch den Kessel laufen, denn über die Gestalt oder Form derselben soll ausführlicher im folgenden §. gehandelt werden, und besonders den Fall anlangend, daß sie durch den Kessel laufen.

Die Heizkanäle müssen im Allgemeinen nicht zu enge genommen werden, damit eines Theils der Widerstand der Reibung des Rauches nicht zu sehr vergrößert werde, und andern Theils die Flamme mit hinlänglicher Geschwindigkeit längs den Kesselwandungen sich ausbreiten könne. Sie müssen immer einen größern Durchschnitt, als die Schornsteinröhre haben.

Bei eingemauerten Kesseln kommt auch als Heizkanal das sogenannte Gewölbe in Betrachtung,

welches von dem Ende des Heerdes bis zu dem Ende des Kessels unter dem Boden fortläuft. Dieses ist nämlich der vornehmste Theil der Heizkanäle, weil die meiste Wärme dem Boden des Kessels mitgetheilt werden muß. Wenn der Boden des Kessels nach einwärts gewölbt ist, so ist der Boden dieses Heizkanales ebenfalls gewölbt (Fig. 20 Taf. I); doch ist er eben, wenn der Kessel cylindrisch ist. Manche wollen selbst unter Kesseln mit einwärts gewölbtem Boden keine gewölbte Mauer anbringen, sondern eine ebene Mauer oder Boden, damit der Abstand vom Kesselboden größer werde und die Flamme dann, weil sie hier eine geringere Geschwindigkeit besitzt, länger unter dem Kessel verweilen könne. Dieses kann aber keinen wesentlichen Einfluß auf die bessere Erwärmung des Bodens haben. Wo es sich machen läßt, habe dieses Gewölbe einen Abstand von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Palmen vom Kesselboden; der vertikale Durchschnitt betrage im Mittel zweimal den berechneten kleinsten Schornsteindurchschnitt; am hintern Ende des Kessels sey er jedoch etwas kleiner.

Heizkanäle, welche um den Kessel herum laufen, geben häufig an die gemauerten Kanäle mehr Wärme ab, als an den Kessel selbst, und bei Beschädigung durch die Hitze werden sie auch nicht ohne große Unbequemlichkeit wieder hergestellt. Einen bessern Effect geben die Heizkanäle, welche durch den Kessel laufen, aber die Kessel selbst sind dann schwieriger zu verfertigen und auch weniger dauerhaft (man vergl. hierüber ferner §. V). Damit der heiße Rauch in den Heizkanälen den größten Theil seiner Wärme an den Kessel abgebe, muß er die größtmögliche Oberfläche der Wände des Kessels berühren, d. h. die Heizkanäle müssen so hoch seyn, als nur immer möglich ist. Der vertikale Durch-

schnitt derselben sey gleich $1\frac{1}{7}$ bis $1\frac{1}{6}$ mal dem berechneten kleinsten Schornsteindurchschnitte, nehme jedoch immer ab bis an die Schornsteinmündung, wo sie dem berechneten Schornsteindurchschnitte gleich seyn muß. Hat man diesen Durchschnitt also bestimmt, so findet man ihre Höhe sehr leicht, weil die Breite der um den Kessel herumlaufenden Heizkanäle bei mittelmäßigen bis bei großen Dampfkesseln zwischen $2\frac{1}{2}$ und 4 Palmen betragen muß; jedoch wird die Höhe meistentheils durch die Größe der zu erwärmenden Seitenfläche bestimmt. Man kann diese Breite innerhalb der angegebenen Grenzen größer oder kleiner nehmen, je nachdem die Kessel zu größern Maschinen gehören, denn eine zu geringe Breite muß das Ansetzen von Ruß beschleunigen, und es müssen auch alsdann die Kessel eine übermäßige Höhe bekommen (man vergleiche ferner über diesen Punkt §. IV. Art. 139. und 140.).

Wenn die Heerde in den Kesseln selbst angebracht sind und deshalb auch die Heizkanäle alle durch den Kessel laufen, wie es in Dampfbootkesseln und in einigen andern Kesseln der Fall ist, so verbreitet sich alsdann das Wasser über alle Heizkanäle, und der Heizkanal unter dem Boden kann dann nicht so geräumig seyn, wie unter einem eingemauerten Kessel.

Wenn durch einen Dampfkessel von gewöhnlicher Form ein innerer Heizkanal läuft, so muß die Bestimmung der Höhe und Breite dieses Heizkanales seiner besondern Form und seiner Oertlichkeit entsprechend geschehen, wie aus §. V. ersichtlich werden wird.

Endlich sey die Länge der Heizkanäle nicht so groß, und um Flamme und Rauch einmal um den Kessel herum laufen zu lassen, wähle man den *kürzesten* Weg. Denn es ist auf der einen Seite wohl

wahr, daß man von der Hitze den größten Vortheil zieht, wenn Flamme und Rauch so lange wie möglich mit dem Kessel in Berührung bleiben; es vergrößert sich jedoch auf der andern Seite hierdurch die Summe der Widerstände von Reibung des Rauches in den Heizkanälen, und man bekommt einen schwächern Zug. Die langdauernde Berührung des Rauches kann dann nur von Nutzen seyn, wenn der Rauch dabei seine Temperatur soviel wie möglich behält. Inzwischen nimmt letztere sehr geschwind in großem Grade ab; der Rauch wird zuletzt, wenn die Heizkanäle eine große Länge hatten, wenig Wärme an den Kessel abgeben und bei einer zu niedrigen Temperatur in den Schornstein gelangen können. Diese ungleichmäßige und stets abnehmende Mittheilung der Wärme an verschiedenen Punkten der Seitenwände des Kessels ist ein Nachtheil, den man besonders bei Heizkanälen, die um einen eingemauerten Kessel laufen, als ein großes Gebrechen derselben betrachten darf. Man muß sich bemühen, dieses soviel wie möglich zu vermeiden, und für diesen Zweck gebe man den Kanälen keine zu große Länge, sondern lieber eine größere Höhe *).

*) Viele Maschinenbaumeister und Schriftsteller haben den heißen, in den Schornstein steigenden Rauch noch auf die Weise benutzen wollen, daß sie denselben einen längern Weg um den Kessel machen, oder das Speisewasser stärker erwärmen lassen u. s. w. Hätten sie sich nur überzeugen können, daß eine hohe Temperatur des aufsteigenden Rauches für den guten Zug des Feuers ganz nothwendig sey, und daß dadurch die gute Erwärmung des Kessels noch mehr, als durch den langen Umlauf des Rauches befördert werde, so würden viele dieser Goldsucher ihr Gehirn weniger angestrengt haben. Nur in einzelnen Fällen läßt sich die sogenannte verloren gehende Wärme benutzen, aber die zu erwärmende Substanz muß dann in den Schornstein selbst gebracht werden und auch nur eine mäßige Erwärmung bedürfen.

138) Einrichtung des Feuerheerdes u. s. w.

a) Einrichtung des Rostes. Diese Einrichtung beschränkt sich vornämlich auf die Form der Roststangen und deren gegenseitige Einrichtung.

1) Für kleine Heerde können die Roststangen aus gezogenen runden Stangen Fig. 129 A bestehen, zwischen welchen die Luft ohne große Zusammenziehung eindringen kann; und da der größte Theil der Brocken des Brennstoffes nur auf dem obern Rande der Stangen oder Stäbe ruht, so verhindern sie das Durchströmen in den Zwischenräumen am wenigsten. Für mittelmäßig große Roste werden jedoch die Stangen im Vergleich zur Weite der Zwischenräume bereits zu dick, und man muß dieselben in jedem Falle von unten mit Rippen versehen, um bei der erhöhten Temperatur das Biegen, sowie die schnelle Consumtion derselben zu verhindern. An den beiden Enden werden die Stangen von zwei schweren Querstäben B getragen, die in den Wänden des Ofens befestigt und mit runden Ausschnitten a a a versehen sind, in denen die Enden der Stangen fest liegen, damit sie unter einander immer gleichen Abstand behalten.

2) Man kann auch viereckige Stangen (Fig. 130) anwenden, oder für schwere Roste rechtwinkelige (Fig. 131). Sie können ruhen in den Einschnitten b b (Fig. 130) der Querstäbe B, von denen sie getragen werden, oder man kann an den Enden der Stangen Zähne lassen (siehe bei C Fig. 131), welche in einem Falz der Querstäbe festsitzen, oder eingreifen. Besser ist es, die Roststangen an den beiden Enden D und E (siehe den Grundriß Fig. 130) breiter zu machen, so daß sie auf ebenen Querstäben liegend, mit den Ausbreitungen aneinander schließen und jederzeit zwischen zwei Stäben derselbe Raum übrig bleibt. Damit die Stangen bes-

fer gegen das Biegen gesichert sind, kann man sie in der Mitte dicker machen, als an den Enden (siehe den Längendurchschnitt bei F Fig. 131).

Roststangen, deren Durchschnitt ein Quadrat und ein längliches Rechteck gibt, gewähren der Luft von unten einen weniger leichten Zutritt. Bei Anwendung der erstern Art von Stangen erleichtert man den Zutritt der Luft, wenn man dieselben nach ihrer Diagonale auf die Querstäbe legt (siehe Fig. 132); die Stärke der Stangen wird dann größer, dabei aber auch das Schüren des Feuers auf und zwischen den Roststangen beschwerlicher. Die Kanten d d, auf welche die Steinkohlenbrocken aufgetragen werden, gewähren zwar der Luft einen bessern Durchzug, können aber im Feuer nicht lange vollkommen bleiben, und dann sind auch die Zwischenräume eher der Verstopfung ausgesetzt.

3) Man mache dann die obere Seite der Roststangen eben, oder ein wenig abgerundet, und die untere Seite scharf, so daß der Querdurchschnitt einer solchen Stange ein gleichschenkeliges Dreieck A (Fig. 133), oder besser noch ein nach unten zugeschärftes Rechteck B gibt. Diese Form wird etwas modificirt, wenn man für größere Stärke und bessern Luftzufluß an der größtmöglichen Zahl von Punkten des Feuers den Roststangen eine geringe Breite, aber eine große Dicke gibt; die Form des Durchschnittes wird dann der in Fig. 134 bei C, oder bei D, oder bei E angegebenen gleich.

Fig. 135 gibt die Form der Roststangen der Länge nach, sowie sie für unsern Zweck die größte Stärke haben. Die Figuren 136 und 137 geben Grundrisse und Durchschnitte langer Roste, deren Stangen der ganzen Länge nach durchlaufen (Fig. 136), während sie in der Mitte unterstützt werden; oder wo der Rost in seiner Länge aus zwei Reihen

Stangen besteht (Fig. 137), und wo diese Stangen gleich denen von zwei hinter einander liegenden Rosten von Querstäben getragen werden. Fig. 138 gibt eine vordere Ansicht eines solchen Querstabes, der in den Seitenmauern eines aus Mauerwerk bestehenden Ofens befestigt ist und die aneinander schließenden Enden der Roststäbe trägt.

Wenn die Kohlen schmierig sind und in Klumpen zusammenbacken, wo dann auch ihre Heizkraft nicht so vortheilhaft ist, so hat man große Mühe, die verbrannten Klumpen zu trennen, oder zu zertheilen und durch den Rost zu stoßen. Woolf hat für diesen Zweck vorgeschlagen, hinter dem Roste einen Schieber anzubringen, auf welchen die Klumpen vom Roste aus gegeben würden, worauf man diesen Schieber nur zu öffnen brauchte, um die ausgebrannten Kohlenklumpen in den Aschenraum hinab sinken zu lassen. Die Heerdthür brauchte dann nicht offen zu bleiben während der Zeit, wo man diese ausgebrannten Klumpen zertheilt und durch den Rost stößt, und diese ganze Arbeit würde dabei ebenfalls wegfallen.

Die Fig. 139, welche einen Durchschnitt von dem vordern Theile eines cylindrischen eingemauerten Kessels A mit kugelförmigen Enden B gibt, so wie auch von dem darunter liegenden Heerde, liefert eine Skizze dieser Einrichtung. Die hintern Querstäbe C des Rostes CDE grenzen nicht an die Hintermauer, oder an die sogenannte Brücke FG des Heerdes, sondern haben zwei bis drei Palmen Abstand von derselben. Unter diesem offenen Theile liegt der Schieber HI, bestehend aus einer gußeisernen Platte, welche sich in einer horizontalen, in der Hintermauer angebrachten und mit Eisen ausgefütterten Austiefung KGH bewegt. In dieser Austiefung findet der Schieber auch zum großen Theil sei-

nen Unterstützungspunkt, außerdem noch in den Falzen, oder auf den Leisten der Seitenwände. Dicht an diesen Wänden stehen mit dem Schieber zwei Stangen ILM in Verbindung, welche bei L durch metallene Büchsen laufen, die in der Vordermauer des Ofens liegen. Der Heizer braucht nun den Schieber nur zurückzuziehen, um die auf denselben geschobenen ausgebrannten Steinkohlen in den Aschenraum hinabfallen zu lassen.

Es ist nicht nöthig, daß der Schieber in eine Vertiefung GKH der Hintermauer eingreife, wie dieses Woolf vorgeschlagen hat, denn die Nuthen in den Seitenmauern, oder die oben erwähnten Leisten gewähren eine hinlängliche Unterstützung. Man kann übrigens auf einer Stange a (Fig. 140), welche unter der hintern Querstange C des Rostes befestigt ist, eine gleichförmige Unterstützung finden, so daß der Schieber dann nur bis an die hintere Wand FG des Heerdes reichen kann, was deshalb auch auf eisernen Heerden von Dampfbootkesseln anwendbar seyn muß. In jedem Falle wird es auch nützlich seyn, den Schieber einzurichten, wie einen Rost (siehe die horizontale Abbildung hiervon in Fig. 141 bei A und B) damit die Luft durch die noch glühenden ausgebrannten Kohlenbrocken durchziehen könne; denn auf diese Weise wird die Hitze dieser ausgebrannten Kohlen besser benutzt, und die Verbrennung des Rauches wird dann auch um desto eher statt finden.

Wie zweckmäßig übrigens diese Einrichtung auch seyn möge, so wird die Steuerung dieses Schiebers doch schwierig, wenn das Eisen heiß ist und der Schieber in seinen Nuthen nicht auf Rollen läuft. Aber statt eines Schiebers könnte man ja auch einen drehbaren oder wankenden Rost anbringen, welcher mit sehr geringer Mühe sich steuern läßt, sobald

es nicht an Raum mangelt. Die Einrichtung könnte folgender Art seyn: es sey HI Fig. 142 die Hintermauer des Heerdes; AB der Rost für die ausgebrannten Kohlenbrocken, welcher an den beiden Enden bei A ein Paar Angeln oder Zapfen hat, die in ein Paar Zapfenlagern getragen werden, die in der Mauer HI befestigt sind, und um welche sich dieser Rost dann drehen kann. An den genannten Enden sitzen zwei Arme AC durch die Streben BC verstärkt; zwei Stangen CD verbinden die äußern Enden dieser Arme mittelst Gelenken mit zwei großen Winkelhebeln oder Kniestücken GEF, die außerhalb des Heerdes liegen, und zwischen welchen der Heizer sich befindet, wenn er den Heerd beschickt. Diese Kniestücke drehen sich um eine Axe E, oder um ein Paar Bolzen E, und sind im Nothfall bei G durch einen Querstab verbunden oder gekuppelt. Die Arme EF sind mit Gewichten Q so belastet und von solcher Länge, daß dadurch der drehbare Rost, wenn er mit ausgebrannten Kohlen belastet ist, noch hinlänglich getragen und gegen die Querstange B des Feuerrostes gedrückt wird. Ohne daß die Arme GE dann eine übermäßige Länge haben, wird es dem Heizer sehr leicht werden, diese Arme vor sich hinzuschieben, sobald der Rost AB sich drehen soll u. s. w.

b) Einrichtungen des Heerdes und der Heizkanäle. Ueber besondere Einrichtungen des Heerdes, insofern dieselben abhängig sind von der Form des Kessels, oder für eine regelmäßigere Beschickung des Feuers, oder für bessere Verbrennung des Rauches bestimmt sind, wird in §. V., VI. und VII. gehandelt, während hier nur die Rede von allgemeinen Einrichtungen ist.

Die Hinterwand FG eines aus Mauerwerk aufgeführten Heerdes Fig. 139 darf keine zu große Ab-

schrägung nach hinten haben, oder vielmehr gar nicht schräg, sondern nach dem Lothe aufgeführt seyn, denn es wird weniger beabsichtigt, die Flamme vom hintern Ende des Heerdes leicht über das Gewölbe unter den Boden des Kessels zu leiten, sondern vielmehr die Flamme bei FG etwas aufzuhalten und beinahe lothrecht aufsteigen zu lassen, damit der Rauch vom vordern Theile des Heerdes besser durch die Flamme streichen und verbrennen kann. So wie diese Hinterwand in Fig. 16 Taf. II gezeichnet ist, hat sie schon eine zu schräge Richtung.

Die Seitenwände und die hintere Wand, oder die Brücke des Heerdes, das Gewölbe unter dem Kessel und zum wenigsten auch der erste lange Feuerzug (wenn der Kessel groß ist) müssen aus feuerbeständigen Steinen aufgeführt werden. In Ermangelung derselben können gewöhnliche harte Mauersteine manchmal ihre Stelle vertreten, oder man muß zu eisernen Platten seine Zuflucht nehmen, die nicht unmittelbar ans Mauerwerk anschließen, sondern erst nach Dazwischenkunft einer Lage festgestampfter Holzkohlen, oder feiner weißer Torfasche. Diese Construction muß gleichwohl mit viel Ueberlegung ausgeführt werden; sie ist auch schwierig und kostbar, und verdient (auch hinsichtlich der Dauer) vor Mauerwerk aus feuerbeständigen Steinen keinen Vorzug. Wenn der Ofen auf sich selbst ruht und das Feuer beständig für einen hohen Grad der Temperatur beschickt werden muß, ist es häufig von Nutzen, die Mauern zu verankern, oder Bänder um dieselben zu legen.

Die Form des Durchschnittes der Feuerzüge oder Heizkanäle ist entweder rechtwinkelig, oder so, wie in den Fig. 14 und 16 und ff., oder in den Fig. 130 und 146 angegeben worden ist. Die vo-

nern Oefen werden die Mündungen der Schürlöcher vor den eisernen Kesselwänden angebracht (man vergleiche z. B. Fig. 99, 100, 111 und 112 Taf. XI).

Häufig findet man an der Vorderwand der Oefen von eingemauerten Kesseln noch zwei Thüren, durch welche man in die seitlichen Feuerzüge gelangt. Man verstopft die Ritzen und Fugen mit Lehm, weil die Thüren nicht so vollkommen schließen können, daß die Luft oder der Rauch nicht den geringsten Eingang oder Ausgang sollte finden können. Diese Thüren haben, wie leicht zu begreifen, den Zweck, die Feuerzüge bequem und ohne großen Zeitverlust reinigen zu können; häufig werden jedoch solche Thüren auch weggelassen, und man bricht für einen Augenblick nur einige Steine aus der Wand, um in den Feuerzügen fegen zu können.

Ueber die Einrichtung des Aschenraumes haben wir dem früher Bemerkten, sowohl im Anfange der zweiten Abtheilung, als in Art. 137 wenig mehr hinzuzufügen. Wenn der Aschenraum mit einer gutschließenden Thür versehen ist, kann das Luftregister dieser Thür sowohl, als das Rauchregister im letzten Feuerzuge durch den Dampf selbst mechanisch gesteuert werden, wie dieses in §. VI. näher angegeben werden soll. Es kann natürlich auch nur ein Luftregister vorhanden seyn, ohne daß der Aschenraum eine Thür zu haben braucht.

Die kalte, in den Aschenraum eintretende Luft wird hier erwärmt, ehe sie ins Feuer übergeht, aber besonders wird ihr eine ansehnliche Quantität Wärme mitgetheilt durch die untern Seiten der Roststangen. Diese werden ihrerseits durch die eben erwähnte Berührung mit der kalten Luft abgekühlt, was nöthig ist, um der Schwächung und der schnellern Consumtion derselben entgegen zu wirken. Um diese Abkühlung noch mehr zu befördern und zugleich Ver-

man dennoch die Breite dieses Bodens nur von der einen Ecke A bis zur andern B; aber diese Breite kann man auch als diejenige der Haube EG annehmen, d. h. als den doppelten Radius der cylindrischen Haube EFG.

Da nun der Heerd eine Oberfläche von 1 Quadratelle haben muß, so gebe man ihm 1 Elle Länge und 1 Elle Breite. Die Breite des Kessels wird dann ungefähr 1,25 Ellen, und seine Länge kann man ziemlich genau zu 3 Ellen annehmen *).

Um die Höhe der Wände zu bestimmen, welche mit Rauch und Flamme in Berührung kommen sollen, nehme man an, daß der Kessel von unten die Gestalt eines Parallepipedons habe, so wird sein Umfang bei einer Länge von 3 und bei einer Breite von 1 25 Ellen = 8 5 Ellen; da nun die Oberfläche der Wände für Flamme und Rauch gleich seyn muß 11,5 — 4 = 7,5 Quadratellen, so wird die verlangte Höhe, welche zugleich die Höhe der Feuerzüge ist = 0,88 Ellen. Und wenn nun der cylindrische Theil der Kesselhaube am Gewölbe beginnt, d. h. am obersten Punkte der Feuerzüge, so wird die ganze Höhe oder Tiefe des Kessels = AE + EF (in vertikaler Richtung gemessen) = 0,88 + 0,62 = 1,5 Ellen. Wenn das Wasser reichlich 1 Palm über den Feuerzügen steht (wir nehmen an,

*) Die totale Länge der Feuerzüge, dazu auch den Zug unter dem Boden gerechnet, beträgt deshalb ungefähr 12 Ellen. Oben wurden 8 Ellen angenommen, und man kann nun mit dem ersten genauern Werthe die Berechnung des Schornsteindurchschnittes und der Rostoberfläche ausführen. Diese Berechnung wird jedoch keine merkliche Differenz ergeben, und für den Zweck des hier mitgetheilten Beispiels kann man dieselbe unterlassen. Auch auf das folgende Beispiel leidet diese Anmerkung Anwendung.

Wir wollen annehmen, der Schornstein habe eine Höhe von 16 Ellen; er soll aus Mauerwerk aufgeführt werden, deshalb aus Stein bestehen, und sein Durchschnitt soll viereckig seyn. Die Totallänge der Feuerzüge soll 8 Ellen betragen *). Die Temperatur des Rauches im Schornstein betrage 200° über die Temperatur der atmosphärischen Luft; die Consumtion des Brennstoffes 7 niederländische Pfunde Steinkohlen auf die Pferdekraft in der Stunde; und die Quantität Luft, welche zur Verbrennung von 1 Pfund Steinkohlen erforderlich ist, 15 Kubikellen.

Mit diesen Angaben findet man durch die Formeln (6) und (9) Art. 127 und 130, daß für die Pferdekraft ein Schornsteindurchschnitt von 1,8 Quadratpalmen erforderlich ist. Die Rostoberfläche muß also betragen = 1,8 × 6 × 10 = 108 Quadratpalmen (Art. 137); 100 Quadratpalmen oder 1 Quadratelle gibt auch eine hinlängliche Rostoberfläche.

Nehmen wir die Wasserconsumtion für die Stunde pro Pferdekraft auf reichlich 43 niederländischen Kannen (Liter) an, so erhalten wir nach Art. 123 für die wärmeempfangende Oberfläche auf die Pferdekraft 1,151 Quadratellen. Für den ganzen Kessel muß dann die wärmeempfangende Oberfläche = 11,5 Quadratellen seyn; und die Bodenoberfläche setze man deshalb = 4 Quadratellen (Art. 139 gegen das Ende).

Obschon der Boden eines wagenförmigen Kessels (siehe Fig. 12, Nr. 2) gewölbt ist, damit er das Wasser sicherer zu tragen vermöge, dem Feuer eine größere Oberfläche darbiete u. s. w., so rechn

*) Wenn man die zu erwärmende Oberfläche und d Form des Kessels kennt, so kann man die Länge d Feuerzüge ziemlich genau im voraus bestimmen.

man dennoch die Breite dieses Bodens nur von der einen Ecke A bis zur andern B; aber diese Breite kann man auch als diejenige der Haube EG annehmen, d. h. als den doppelten Radius der cylindrischen Haube EFG.

Da nun der Heerd eine Oberfläche von 1 Quadratelle haben muß, so gebe man ihm 1 Elle Länge und 1 Elle Breite. Die Breite des Kessels wird dann ungefähr 1,25 Ellen, und seine Länge kann man ziemlich genau zu 3 Ellen annehmen *).

Um die Höhe der Wände zu bestimmen, welche mit Rauch und Flamme in Berührung kommen sollen, nehme man an, daß der Kessel von unten die Gestalt eines Parallepipedons habe, so wird sein Umfang bei einer Länge von 3 und bei einer Breite von 1 25 Ellen = 8 5 Ellen; da nun die Oberfläche der Wände für Flamme und Rauch gleich seyn muß 11,5 — 4 = 7,5 Quadratellen, so wird die verlangte Höhe, welche zugleich die Höhe der Feuerzüge ist = 0,88 Ellen. Und wenn nun der cylindrische Theil der Kesselhaube am Gewölbe beginnt, d. h. am obersten Punkte der Feuerzüge, so wird die ganze Höhe oder Tiefe des Kessels = AE + EF (in vertikaler Richtung gemessen) = 0,88 + 0,62 = 1,5 Ellen. Wenn das Wasser reichlich 1 Palm über den Feuerzügen steht (wir nehmen an,

*) Die totale Länge der Feuerzüge, dazu auch den Zug unter dem Boden gerechnet, beträgt deshalb ungefähr 12 Ellen. Oben wurden 8 Ellen angenommen, und man kann nun mit dem ersten genauern Werthe die Berechnung des Schornsteindurchschnittes und der Rostoberfläche ausführen. Diese Berechnung wird jedoch keine merkliche Differenz ergeben, und für den Zweck des hier mitgetheilten Beispiels kann man dieselbe unterlassen. Auch auf das folgende Beispiel leidet diese Anmerkung Anwendung.

daß das Wasser kalt sey), so wird die Wasserhöhe über dem Boden des Kessels ungefähr 1 Elle betragen, und es bleibt dann noch sattsamer Raum von 1 Kubikelle für den Dampfraum übrig.

Anmerkungen. Unter diesen Dimensionen ist die Länge der Feuerzüge wohl die kürzeste (ohne daß darum die Höhe des Kessels zu groß ist), und das Feuer wird nicht nur sehr guten Zug haben, sondern die Erwärmung wird auch rasch von Statten gehen. Wenn man dem Kessel eine Länge von 4 Ellen und eine Breite von 1 Elle geben wollte, so würde man zwar einen Kessel bekommen, der bei gleicher Metalldicke stärker und auch etwas leichter, als der angegebene Kessel von 3 Ellen Länge und $1\frac{1}{4}$ Ellen Breite seyn müßte, aber der Zug des Feuers und die Wärmemittheilung, wie auch das Tragvermögen des Bodens würden dabei geringer seyn und doch die Länge des Mauerwerks vermehrt werden. Wenn es örtliche Umstände erlauben, könnte jedoch ein Kessel von den letztgenannten Dimensionen besser gehalten werden, als einer von den zuerst genannten Dimensionen.

Die Bodenkrümmung fällt gemeiniglich zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{8}$ der Breite, und die Wandkrümmungen (welche dazu dienen, dem Kessel mehr Stärke gegen den Druck des Wassers und des Dampfes zu verleihen) zwischen $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{9}$ der Höhe der Feuerzüge. Und hierdurch ist man nun im Stande, die Figur und die Dimensionen des Kessels ganz und gar zu bestimmen.

Da der Feuerungsdurchschnitt des Gewölbes unter dem Kessel ungefähr dem Doppelten des kleinsten Schornsteindurchschnittes gleich seyn muß, so wird dieser Durchschnitt = 36 Quadratpalmen, und der mittlere Abstand des Gewölbes vom Kesselbo-

den dann $= \frac{36}{12,5} =$ beinahe 2,9 Palmen seyn müssen. Der Durchschnitt der um den Kessel bestehenden Feuerzüge sey $= 1\frac{1}{6}$ mal der kleinste Schornsteindurchschnitt, d. i. $=$ 21 Quadratpalmen, und da die Höhe oben auf 8,8 Palmen bestimmt ist, so wird die Breite 2,4 Palmen. Diese Breite rechne man für die Breite der Basis der Feuerzüge; denn die größere Breite in der Mitte kann außer Rechnung bleiben, da auch die Breite oben am Gewölbe der Feuerzüge wiederum geringer ist (vergl. ferner Art. 137 und 138).

Zweites Beispiel. Die Größe und Dimensionen eines wagenförmigen Dampfkessels für eine Maschine von 20 Pferdekräften zu berechnen?

Wir wollen die Schornsteinhöhe zu 18 Ellen, die Länge der Feuerzüge zu 12 Ellen, die stündliche Wasserconsumtion zu 43 Kannen (Litres) und die stündliche Consumtion des Brennstoffes für jede Pferdekraft zu 6,7 niederländischen Pfunden annehmen; so findet man, wie im vorigen Beispiele, (indem alles Uebrige gleich ist):

den Schornsteindurchschnitt auf die Pferdekraft $=$ 1,6 Quadratpalmen;

die zu erwärmende Oberfläche auf die Pferdekraft $=$ 1,14 Quadratellen.

Die Oberfläche des Rostes wird dann $1,6 \times 5,5 \times 20 = 176$ Quadratpalmen. Die Breite des Rostes kann $=$ 12 Palmen, und die Länge $=$ 15 Palmen genommen werden (wofür man jedoch auch wohl 14 Palmen setzen kann).

Der Kessel muß dem Feuer, der Flamme und dem Rauche eine totale zu erwärmende Oberfläche von 22,8 Quadratellen darbieten; die Bodenober-

fläche betrage 6,8 Quadratellen. Wenn dann der Kessel eine Breite von 1,5 Ellen bekommt, so muß er eine Länge von $\frac{6,8}{1,5} = 4,5$ Ellen haben. Die Wandoberfläche in den bestehenden Feuerzügen muß 16 Quadratellen betragen; nun ist der Umfang des Kessels = 12 Ellen und die Höhe der Feuerzüge muß deshalb $= \frac{16}{12} = 1,333$ Ellen seyn. Die Tiefe des Kessels in der Mitte wird diesem nach $= 1,333 + 1,5 \times \frac{1}{2} =$ beinahe 21 Palmen seyn.

Und hiermit ist man dann im Stande, alles Uebrige zu bestimmen; denn man braucht dazu nur den Weg zu verfolgen, welcher im vorhergehenden Beispiele angegeben worden ist.

Drittes Beispiel. Man verlangt die Größe eines wagenförmigen Dampfkessels für eine Maschine von 30 Pferdekräften zu erfahren?

Der Schornstein habe eine Höhe von 20 Ellen, die Länge der Feuerzüge betrage 15 Ellen, die stündliche Wasserconsumtion auf die Pferdekraft $42\frac{1}{3}$ Kanne und die stündliche Steinkohlenconsumtion auf die Pferdekraft 6,6 niederländische Pfunde.

Hiermit findet man auf dieselbe Weise, wie oben:

Den kleinsten Durchschnitt des viereckigen steinernen Schlotes = 1,4 Quadratpalmen auf die Pferdekraft;

die zu erwärmende Oberfläche auf die Pferdekraft = 1,13 Quadratellen.

Die Rostoberfläche muß 210 Quadratpalmen betragen, und es wird ein Rost von 1,5 Ellen Länge und 1,4 Ellen Breite diesem völlig entsprechen.

Die zu erwärmende Oberfläche wird 34 Quadratellen, wovon $\frac{3}{10}$ für die Bodenoberfläche beinahe 10 Quadratellen betragen. Man gebe nun

dem Kessel eine Länge von 5½ Elle und eine Breite von 1,8 Elle, so bekommen die Feuerzüge eine Höhe von 1,6 Ellen und die totale Tiefe des Kessels wird 2,5 Ellen.

Dieser Kessel hat bereits eine ansehnliche Länge, Breite und Höhe, und eine Verminderung dieser Dimensionen ist für größere Stärke des Kessels und für bessern Zug des Feuers höchst rathsam. Man erreicht diesen Zweck, indem man einen innern Feuerzug im Kessel anbringt, worauf wir im folgenden §. ausführlicher zurückkommen werden. Seine Länge kann alsdann bis auf 5 Ellen, seine Breite bis auf 1,6 Ellen, seine Tiefe bis auf 2,2 Ellen reducirt werden, und den Rost macht man alsdann 1,3 Ellen breit und 1,6 Ellen lang.

Viertes Beispiel. Man verlangt noch eine ähnliche Anwendung zu machen für einen wagenförmigen Dampfkessel, welcher zu einer Maschine von 50 Pferdekräften gehört?

Der Schornstein sey 23 Ellen hoch, die Länge der Feuerzüge betrage 20 Ellen, die stündliche Wasserconsumtion auf die Pferdekraft ziemlich 41,8 Kannen und die Steinkohlenconsumtion 6,4 Pfund. Hiermit wird man finden:

Den kleinsten Schornsteindurchschnitt auf die Pferdekraft = 1,3 Quadratpalmen;

die zu erwärmende Oberfläche auf die Pferdekraft = 1,1 Quadratellen.

Die Rostoberfläche wird = 1,3 × 5 × 50 = 325 Quadratpalmen, die man bekommt mit einer Länge von 2 Ellen und einer Breite von 1,6 Ellen.

Die zu erwärmende Oberfläche muß im Ganzen betragen 55 Quadratellen; der Boden muß also eine Oberfläche von 17 Quadratellen haben. Wenn dann der Kessel eine Breite von 2 Ellen bekommt,

so muß seine Länge $8\frac{1}{2}$ Elle betragen. Da der Umfang des Kessels dann = 21 Ellen ist und die Wandoberfläche in den bestehenden Feuerzügen 38 Quadratellen betragen muß, so wird die Höhe der Feuerzüge 1,8 Ellen, die Breite der Feuerzüge muß = 4 Palmen genommen werden, und die totale Tiefe des Kessels wird 2,8 Ellen.

Anwendung von zwei oder mehreren Kesseln. Da die Längendimension dieses Kessels sehr ansehnlich ist, so wird es rathsam, dieselbe durch einen innern Feuerzug im Kessel zu reduciren, wodurch die Länge bis auf 5 Ellen wird gebracht werden können (siehe ferner §. V). Aber statt eines einzigen Kessels, der ein Caliber von 50 Pferdekräften hat, kann man auch mit Vortheil zwei neben einander stehende Kessel anwenden, von denen jeder das halbe Caliber hat; und sollte sich dieses auch für eine Maschine von 60 Pferdekräften noch nicht nothwendig machen, so muß man doch doppelte Kessel anwenden, sobald das Vermögen der Maschine größer ist. Dergleichen Kessel müssen dann neben einander und jeder über einem besondern Ofen stehen, die jedoch beide einen gemeinschaftlichen Schornstein haben. Es muß auch zwischen den Dampfräumen der beiden Kessel Communication stattfinden, damit der Dampf aus beiden ins Dampfrohr treten könne, welches ihn nach der Maschine leitet.

Eine Skizze hiervon ist gegeben in Fig. 145. A und B sind die über das Mauerwerk der Oefen hervortretenden Kesselhauben. C, D, E und F sind Durchschnitte der bestehenden, oder um die Kessel herumlaufenden Feuerzüge. G bezeichnet den Schornstein, welcher sich hinter dem Zwischenraume der beiden Kessel befindet. E und F sind deshalb die Feuerzüge, durch welche der Rauch zuletzt abzieht. Diese Feuerzüge müssen durch eine ganze Stein-

mauer von einander geschieden seyn, weil das Gewölbe H dieser Feuerzüge unterstützt werden muß, was jedoch auch mittelst eiserner Bogen bewerkstelligt werden könnte, deren Träger einige Krümmungen haben müßten, damit nicht das Gewölbe durch die Ausdehnung derselben Schaden leide. Eben so könnte man sich zur Unterstützung des Gewölbes eines eisernen Rostes bedienen, welcher auf jeder Seite gegen die Kesselhauben sich stützte, so daß dann das ganze Gewölbe H von den Kesselhauben müßte getragen werden und die beiden Feuerzüge E und F nur einen einzigen durchlaufenden Kanal bildeten. Letztere Construction ist indessen weniger rathsam und dagegen besser, die Unterstützung durch eine Reihenfolge gemauerter Bogen herzustellen.

Auch kann man den Kesseln im Durchschnitte die Gestalt geben, welche in Fig. 146 dargestellt ist, so daß alsdann, wie sich aus der Figur zur Genüge ergibt, keine gemauerten Feuerzüge vorhanden sind, und die Kessel vollkommen an einander schließen. Die beiden, um den Kessel laufenden Feuerzüge vereinigen sich zwischen denselben zu einem einzigen Feuerzuge I, I, in welchem sich blos am vordern Ende eine kurze eiserne Scheidewand ab befindet, um die zwei entgegengesetzten Rauchströme, welche aus den Feuerzügen KK kommen, ohne daß sie in entgegengesetzter Richtung auf einander treffen, in den Feuerzug I, I zu leiten. Bei dieser Form der Kesseldurchschnitte hat man den Vortheil einer bessern Wärmemittheilung in den Feuerzügen; aber sollen die Bodenoberflächen nicht viel weniger betragen, als bei der gewöhnlichen Form Fig. 145, so müssen die Kesselhauben einen größern Durchmesser, als gewöhnlich bekommen. Dadurch verliert nicht nur die Stärke der Kessel, sondern sie bekommen auch ein größeres Volumen und eine größere

bestimmen, der zu einer niedrig drückenden Maschine von 30 Pferdekräften gehört?

Aus einer Betrachtung der Stellung oder Lage eines cylindrischen Kessels über dem Feuerheerde (siehe Fig. 151) ergibt sich schon von selbst, daß bei einer gleichen Breite des Heerdes der Durchmesser des Kessels größer seyn müsse, als der Durchmesser der Kesselhaube eines wagenförmigen Kessels von demselben Caliber. Denn wenn AB der Abstand der Seitenmauern ist, auf welchen der Cylinder liegen muß, so ist meistentheils AB kleiner, als der Durchmesser des Cylinders; und da AB die Breite und zugleich der Durchmesser der Haube eines wagenförmigen Kessels ist, so ist der Durchmesser der Haube zugleich kleiner, als der Durchmesser des oben gedachten Cylinders. Der cylindrische Kessel wird auf diese Weise bei gleicher Metalldicke schwächer seyn, als der wagenförmige Kessel, und dieser letzte empfängt die Wärme auch besser durch seinen eingebogenen Boden, als der cylindrische Kessel durch seinen sphärischen Boden. Doch hierüber ein Mehreres; man beschränke sich nun zuerst blos auf die Berechnungen.

Wenn der Cylinder von keinen kleinen Dimensionen seyn soll, wie es hier sicher der Fall ist, so muß er von unten so viel wie möglich unterstützt werden; der Abstand AB von den Unterstützungspunkten muß folglich nicht zu groß genommen werden, und da dieser Abstand kleiner, als der Durchmesser des Kessels ist, so muß derselbe auch kleiner seyn, als die Breite eines gewöhnlichen wagenförmigen Dampfkessels von demselben Caliber, wie der cylindrische Kessel. Man kann diese Verminderung erlangen durch eine Verminderung der Breite des Rostes, aber die Länge desselben muß dann größer werden; oder man kann, wenn diese Länge zu groß

werden sollte, die Oberfläche des Rostes vermindern, welches auf die Weise thunlich ist, daß man den Schornstein nicht viereckig, sondern rund macht. Denn bei einem runden Schornsteine wird der Zug stärker, und die Oberfläche des Heerdes kann dann verhältnißmäßig kleiner genommen werden.

Wenn man dieselben Voraussetzungen annimmt, wie im dritten Beispiele, nur mit dem Unterschiede, daß die Länge der Feuerzüge 20 Ellen betrage, und daß die mittlere Temperatur des Rauches im Schornsteine 250° gleich komme (welche Voraussetzung sehr günstig ist), so wird man, indem man den Durchmesser eines runden, aus Mauerwerk aufgeführten Schornsteines mittelst der Formeln (3) und (10) Art. 127. und 130. berechnet, finden, das der kleinste Schornsteindurchschnitt eine Oberfläche von 1,2 Quadratpalmen auf die Pferdekraft haben müsse.

Die Oberfläche des Rostes wird also $1{,}2 \times 5 \times 30 = 180$ Quadratpalmen; und ein Rost von 10 Palmen Breite und 18 Palmen Länge wird diesem entsprechen.

Die zu erwärmende Oberfläche wird gleich derjenigen des wagenförmigen Dampfkessels im dritten Beispiele, 34 Quadratellen. Hätte nun der Kessel einen ebenen Boden AB Fig. 151, so müßte man die Breite AB dieses Bodens $= \frac{3}{4}$ mal die Breite des Rostes setzen. Man nehme jedoch an, da der Boden sphärisch ist, daß seine krummlinige Breite $ABC = \frac{4}{3}$ mal die Breite des Rostes sey (was mit geringer Abweichung von der Wahrheit, oder von einem guten Resultate angenommen werden kann), so ist alsdann die Länge des Bogens $ACB = 1{,}33$ Ellen. Bei einer Bodenoberfläche von 9 Quadratellen muß dann der Kessel eine Länge von 6,7 Ellen haben.

Es kommt nunallein noch darauf an, dem Kessel einen solchen Durchmesser zu geben, daß die Seitenwände zusammengenommen die nöthige zu erwärmende Oberfläche von 25 Quadratellen bekommen, und daß im Cylinder noch ein hinlänglicher Dampfraum über der Wasseroberfläche bleibt. Man kann dazu verschiedene Voraussetzungen annehmen, es verdient jedoch diejenige, bei welcher der Durchmesser des Kessels so klein wie möglich wird, natürlich vor einigen andern den Vorzug.

Man nenne den Radius des cylindrischen Kessels x. Man setze voraus, daß der Kessel bis zur Höhe HI mit Wasser gefüllt werde, so daß der Abstand EK 6 Palmen beträgt, wenn das Wasser kalt ist; und wenn nun das Wasser 2 Palmen über den Feuerzügen stehen soll, so muß KD = 2 Palmen oder = 0,2 Ellen seyn, so daß DE = 0,8 Ellen wird.

Hätte nun der Kessel eine rechtwinkelige oder wagenförmige Gestalt, so daß man die Wände FA und BG als geradlinig annehmen könnte und so, daß der Abstand FG 2 x Ellen betrüge, so würde der horizontale Umfang dieses Kessels = 4 x + 2 × 6,7 (die Länge der Wände) = 4 x + 13,4 Ellen gesetzt werden können. Diese Voraussetzung weicht von der Wahrheit ab, denn AF und BG sind gebogene Wände, und der mittlere Abstand von AF bis zu BG beträgt weniger, als der Durchmesser 2 x des Cylinders; jedoch ohne eine solche Voraussetzung wird die Auflösung der Aufgabe zu verwickelt; auch ist die Abweichung von der Wahrheit häufig zu gering, als daß dieselbe zu einer bedeutenden Unrichtigkeit im Resultate führen könnte.

Man nehme also an, daß der Umfang der Feuerzüge längs dem Kessel 4 x + 13,4 Ellen betrage. Da nun die Wandoberfläche des Kessels in den be-

stehenden Feuerzügen 25 Ellen enthalten muß, so wird die Höhe der Feuerzüge, nämlich die Linie DL, (ohne merklichen Fehler) gefunden werden, wenn man die Zahl 25 durch 4 x + 13,4 dividirt. Aber in diesem Divisor kommt der unbekannte Radius x vor, und um die Lösung der Aufgabe nicht abhängig zu machen von der Auflösung einer Gleichung von höhern Potenzen, muß man den Durchmesser des Kessels durch Annäherung bestimmen (wie es auch früher der Fall war mit der Weite des Schornsteines), und deshalb damit beginnen, für x einen gewissen wahrscheinlichen Werth zu substituiren.

a) Es sey z. B. $x = 1$ Elle, so wird $4x + 13{,}4 = 17{,}4$ und $\frac{25}{17{,}4} = 1{,}437$ Ellen. Dieses ist dann der Werth von DL, und weil nun $DE = 0{,}8$ Ellen ist, so muß $EL = ED + DL = 0{,}8 + 1{,}437 = 2{,}237$ Ellen seyn. Aber dieses ist unmöglich, weil der ganze Durchmesser EC nur = 2 Ellen seyn kann und folglich EL kleiner, als 2 Ellen seyn muß.

b) $x = 1$ Elle ist dann ein zu kleiner Werth für den Durchmesser; man setze deshalb $x = 1{,}25$ so wird $4x + 13{,}4 = 18{,}4$ und $DL = \frac{25}{18{,}4}$ = beinahe 1,36. Darum ist $EL = 0{,}8 + 1{,}36 = 2{,}16$; EC ist $= 2x = 2{,}5$; folglich muß $CL = 2{,}5 - 2{,}16 = 0{,}34$ Ellen seyn. Obigem nach hat man nun (wenn man den Radius MA zieht) $LM = \sqrt{(AM^2 - AL^2)}$ und $CL = CM - LM = CM - \sqrt{(AM^2 - AL^2)}$; aber die Chorde AB ist oben angenommen = 10 Palmen oder 1 Elle, und AL ist also $= 0{,}5$; $CM = AM = 1{,}25$; deshalb $CL = 1{,}25 - \sqrt{[(1{,}25)^2 - (0{,}5)^2]} = 1{,}25 - \sqrt{(1{,}5625 - 0{,}25)} = 1{,}25$

$-\sqrt{1,3125} = 1,25 - 1,15 = 0,10$. Der Werth von $x = 1,25$ ist deshalb zu groß.

c) Man setze deshalb $c = 1,15$, so ist $4x + 13,4 = 18$, und $\frac{25}{18} = 1,389 = DL$. Und $CL = 2x - ED - DL = 2,3 - 0,8 - 1,389 = 2,3 - 2,189 = 0,111$. Berechnet man nun wiederum den Werth von CL aus der Gleichung $CL = x - \sqrt{(x^2 - 0,25)}$ so findet man $CL = 1,15 - 1,035 = 0,115$; und diese Uebereinstimmung ist genügend.

Anmerkungen. 1) Man kann die Richtigkeit dieses gefundenen Werthes noch prüfen, oder auch denselben noch mehr verbessern, wenn man die äußere Oberfläche FACBG des Cylinders berechnet und zu derselben addirt die doppelte Oberfläche des Segmentes FACBG; denn wenn diese Oberfläche ziemlich genau gleich ist der ganzen zu erwärmenden Oberfläche von 34 Quadratellen, so muß der früher bestimmte Werth für den Durchmesser des Kessels für genau gehalten werden können. Ist die Oberfläche viel kleiner, oder viel größer, als 34 Quadratellen (z. B. 32 Ellen oder 35 Ellen), so muß der Durchmesser des Cylinders ein wenig vergrößert oder verkleinert werden, damit bei einer wiederholten Berechnung der Oberfläche das Resultat genauer werde. Bei dieser Berechnnng wird die Oberfläche der Berührungsstreifen an den Punkten A und B vernachlässigt; dieses kann aber keinen merklichen Fehler zur Folge haben; man könnte aber auch diese Streifen mit in Rechnung bringen, indem man die Breite derselben z. B. = 1 Palm setzte.

Um die äußerste Oberfläche FACBG berechnen zu können, muß man die Größe des Bogens FACBG oder FHEIG kennen. Der sicherste Weg ist, die Chorde FG zu berechnen (indem $FG = 2\sqrt{CD \times DE}$ ist) und dann mit Hülfe einer Chorden-

tabelle, oder auch wohl einer Sinustabelle die Größe des Bogens FEG in Graden zu bestimmen u. s. w. Doch kann man auch durch Construction ziemlich genau finden, wie lang der Bogen FEG und FCG im Verhältnisse zu einander, oder im Verhältnisse zum ganzen Umfange CFEGC seyn müssen; denn wenn man mit einem Maaßstabe den Kreis CFEGC und die Höhe DE auf die gehörige Weise zeichnet, so kann man mit einer kleinen Oeffnung des Cirkels ziemlich genau messen, wie viel mal diese Oeffnung auf dem genannten Bogen, oder auf dem ganzen Umfange enthalten ist, und aus diesen Zahlen findet man dann bequem den wievielsten Theil des ganzen Umfanges der Bogen FCG ausmacht u. s. w. Man kann sogar auch mit einer kleinen Oeffnung des Cirkels die Länge des Bogens FCG unmittelbar in Ellen bestimmen.

2) Wenn keine andern Voraussetzungen, als die in der oben stehenden Auflösung des fünften Beispieles gemacht worden sind, dann ist die oben stehende Berechnung oder sogenannte Auflösung zugleich die einfachste, und dieselbe wird auch ausführlich genug entwickelt seyn, um für die Anwendung auf andere Fälle als eine vollkommene Vorschrift benutzt werden zu können. Aber die Berechnung wird häufig leichter bei andern Voraussetzungen, z. B. wenn im Voraus bestimmt worden ist, welchen Theil ($\frac{3}{4}$ oder $\frac{2}{3}$ u. s. w.) der ganzen Oberfläche des Kessels die Wärme empfangende Oberfläche ausmachen soll; oder welchen Theil vom Kubikinhalte des Kessels das Wasser oder der Dampf einnehmen soll; oder wie groß der Durchmesser des Kessels für eine bestimmte Metalldicke seyn müsse. In diesem Falle muß allein die Länge des Kessels berechnet werden, sobald übrigens noch die Wasserhöhe, oder die Tiefe des Dampfraumes in demselben gegeben ist.

Wenn die Enden des Kessels nicht geradlinig, sondern zum Theil oder zur Hälfte kugelrund wären, so brauchte man dieses bei der Berechnung der Bodenlänge nicht in Rechnung zu bringen, weil die kugelförmigen Enden in das Mauerwerk zu liegen kommen. Aber bei der Bestimmung des Kesseldurchmessers, um die zu erwärmende Wandoberfläche fest zu setzen, muß man auf diese Form der Enden Rücksicht nehmen, denn durch dieselbe wird die Wärme empfangende Wandoberfläche vermehrt und der Ausdruck 4 x + 13,4, welcher in dem oben stehenden Beispiele vorkommt, müßte dann für den Fall halb kugelförmiger Enden beinahe 6,3 × x + 13,4 werden, und der Kessel bekommt dann einen kleinern Durchmesser, d. h. er gewinnt an Stärke.

3) Die Dimensionen des wagenförmigen Kessels, die im dritten Beispiele für eine Maschine von 30 Pferdekräften bestimmt wurden, waren: $5\frac{1}{2}$ Ellen Länge, 1,8 Ellen Breite und 2,5 Ellen Tiefe. Der Kubikinhalt ist also beinahe = 22 Kubikellen. Der Kubikinhalt des oben beschriebenen cylindrischen Kessels von 6,7 Ellen Länge und 2,3 Ellen Durchmesser wird beinahe 28 Kubikellen betragen. In dieser Hinsicht ist deshalb ein cylindrischer Kessel weniger vortheilhaft, als ein wagenförmiger Kessel; ingleichen besteht der Vortheil nicht in der bessern Art, wie die Wärme dem Wasser mitgetheilt wird, was wir oben bereits bemerkt haben. Der einzige Vortheil muß darin liegen, daß die cylindrischen Kessel wegen überall gleichförmiger Krümmung ihrer Oberfläche einen gleichmäßigern Widerstand dem Dampfdruck entgegensetzen können, weshalb die Form derselben ziemlich die größte Stärke darbietet, oder vielmehr, weshalb sie relativ stärker sind, als die wagenförmigen Dampfkessel. Die Verfertigung derselben ist auch nicht so schwierig. Aber diese größere Stärke besteht dann auch nur bei einer

größern Länge der cylindrischen Kessel, und sie wird manchmal wie in dem gegenwärtigen Beispiele geringer; denn die Haube des wagenförmigen Kessels hat einen Durchmesser von 1,8 Ellen, während der cylindrische Kessel von demselben Caliber den sehr großen Durchmesser von 2,3 Ellen haben muß.

4) Es ergibt sich daraus, daß die cylindrischen Kessel wegen ihrer größern Länge, Weite und Schwere, und weil sie nicht eine so große Bodenoberfläche, wie die wagenförmigen Kessel dem Feuer darbieten, auch vor letztern gar keinen Vorzug verdienen, ganz besonders aber nicht, wenn sie zur Erzeugung von niedrig drückendem Dampfe benutzt werden sollen. Für eine Dampfmaschine, welche mit hohem Drucke arbeitet, ist ein cylindrischer Kessel mit kugelförmigen Enden ein sehr zweckmäßiger Apparat, aber nur um deswillen besser, als ein wagenförmiger Kessel, weil dieser letztere eine sehr ungleiche Stärke besitzt, oder einen hohen Dampfdruck viel weniger auszuhalten vermag, als der erstere.

5) Wenn ein cylindrischer Kessel, welcher zur Erzeugung von niedrig drückendem, oder von hochdrückendem Dampf benutzt wird, eine zu erwärmende Oberfläche von ungefähr 34 niederländischen Quadratellen haben muß, so wird häufig eine Weite von 2,3 Ellen zu groß seyn. Man muß dann die Weite reduciren oder verkleinern und dagegen dem Kessel eine größere Länge geben, oder mit einem innern Feuerkanale versehen, oder zwei cylindrische Kessel anwenden. Wenn man z. B. den Durchmesser auf 1,5 Ellen reduciren wollte, so müßte der Kessel die ansehnliche Länge von 10 Ellen bekommen, um dem Zwecke entsprechen zu können; und diese Länge ist zu groß. Bringt man einen Canal oder Feuerzug im Kessel selbst an, so braucht man ihm nur 8 Ellen Länge bei 1,5 Ellen Weite zu geben. Es würde

aber dann besser seyn, zwei Kessel anzuwenden, von denen jeder $5\frac{1}{2}$ Elle lang und 1 Elle breit wäre, auch inwendig einen Feuerzug hätte. Diese Kessel können nebst einem dritten oder Hülfskessel neben einander gestellt und auf dieselbe Weise mit einander verbunden werden, wie es für wagenförmige Kessel in Fig. 145 angegeben ist.

Ohne die Anwesenheit eines Hülfskessel können zwei cylindrische Kessel dicht an einander gesetzt und durch ein Feuer geheizt werden, wie in Fig. 152 angegeben ist. Die Flamme und der Rauch des Heerdes können dann hinten im Ofen in den Feuerzug C übertreten, um den Kessel A herumlaufen, von da durch den Feuerzug D um den Kessel B herum, worauf der Rauch sich in den Schornstein erhebt. Hierbei findet jedoch eine sehr ungleiche Erwärmung statt, und es ist dann besser, daß die Flamme oder der Rauch hinten im Ofen durch eine Zunge ab vertheilt und durch einen innern Feuerzug in jedem Kessel geleitet werde, um auf diese Weise an das vordere Ende der Kessel in die Feuerzüge C, D zu gelangen und nach dem Schornsteine abzuziehen. In jedem Falle werden die Boden der Kessel an der einen Seite der Unterschläge E, F viel stärker erhitzt, als an der andern Seite. Die Boden der Kessel werden darum durch diese Einrichtung im höchsten Grade geschwächt, und rechnet man diesen Umstand noch zur sehr ungleichmäßigen Erwärmung des Wassers und zur minder guten Unterstützungsart der Kessel, so ist es rathsam, diese Einrichtung nicht anzuwenden, sondern unter jedem der Kessel ein besonderes Feuer zu unterhalten.

6) Manchmal läßt man die Feuerzüge an der Seite weg, oder man setzt dieselben vielmehr in freie Communication mit dem Feuerzuge am Boden (siehe Fig. 153), so daß der Kessel auf seiner ganzen Wärme

empfangenden Oberfläche so zu sagen unmittelbar erwärmt wird, und der Rauch auch hinten aus dem Ofen wirklich in den Schornstein steigt, oder vielmehr auf dem kürzesten und bequemsten Wege nach dem Schornsteine zieht, es müßte denn der Schornstein nahe am vordern Ende des Kessels angebracht seyn, und der Rauch dann noch in einem horizontalem Zuge durch den Kessel geleitet werden. Diese Einrichtung eignet sich besonders für lange Kessel und für solche, die einen kleinen Durchmesser haben. Bei solchen Kesseln wird die Construction, die Unterhaltung und die Reinigung des Heerdes sehr einfach; das Feuer muß auch auf diese Weise einen guten Zug bekommen, und in jedem Falle wird der Kessel (und folglich auch das Wasser) auf die gleichmäßigste Weise erwärmt, was auch zur Dauer des Kessels viel beitragen muß.

Eine Hauptsache ist hier die Unterstützung des Kessels, diese kann bewerkstelligt werden: 1) auf die Weise, daß man denselben an den Punkten A und B und in Abständen von Elle zu Elle auf gemauerten Pfeilern aus feuerbeständigen Steinen ruhen läßt; 2) oder daß man denselben von schmiedeeisernen Bogen CD tragen läßt, welche, obschon sie minder dauerhaft sind, dennoch der Flamme gestatten, sich besser zu entwickeln und die Kesselfläche zu umspielen, als bei steinernen Pfeilern. Aber diese Bogen müssen mit einigem Spielraum in den Seitenwänden des Ofens liegen, damit sie sich unbehindert ausdehnen können, ohne die erwähnten Mauern dadurch zu beschädigen; auch muß die Form dieser Bogen so beschaffen seyn, daß der Kessel durch die Ausdehnung des heißen Eisens weder gehoben, noch gedrückt werde. Durch eine symmetrische Form, wie sie in der Figur angegeben ist, kann man diese nachtheilige Wirkung verhüten.

142) **Sechstes Beispiel. Die Dimensionen eines kastenförmigen Dampfbootkessels mit gewölbter Haube zu bestimmen, der zwei Dampfmaschinen von niederem Drucke und zwar jede von 80 Pferdekräften nominell zu speisen hat, während seine innere Construction ganz so seyn soll, wie diejenige des Dampfbootkessels, welcher früher in der zweiten Abtheilung Kap. 6. §. III. beschrieben worden ist (vergleiche Taf. XI Fig. 100 Nr. 1, 2, 3).**

Man nehme an, daß der runde aus Eisenblech bestehende Schornstein, welcher zu diesem Kessel gehören soll, eine Höhe habe von 18 Ellen. Die Länge der Feuerzüge kann hier viel kürzer seyn, als sie bei einem eingemauerten Kessel seyn müßte; denn 1) laufen sie durch oder vielmehr in den Kessel, und 2) wird die Wärme auf allen Seiten dem Wasser mitgetheilt, und bei den eingemauerten Kesseln wird die Wärme nur in den bestehenden, um dieselben geleiteten Feuerzügen an einer Seite mitgetheilt. Es betrage die Länge der Feuerzüge 16 Ellen.

Wenn die Dampfmaschinen nur während $\frac{1}{3}$ des Kolbenzuges mit vollem Drucke arbeiten, so ist für die Stunde und auf jede Pferdekraft höchstens eine Quantität von 39 Kannen Wasser erforderlich. Die stündliche Kohlenconsumtion setze man für jede Pferdekraft auf das Vortheilhafteste zu 6 niederländischen Pfunden. Die Quantität Luft, welche für die Verbrennung von 1 Pfund Kohlen nöthig ist, betrage 15 Kubikellen, und die mittlere Temperatur des Rauches im Schornsteine sey 225°.

Mit diesen Angaben findet man nach den Grundsätzen des Art. 123. und den Formeln (4) und (10) des Art. 127. und 130., daß der kleinste Schornsteindurchschnitt auf die Pferdekraft ungefähr $\frac{2}{3}$ Quadratpalmen betragen müsse, und daß die Wärme ein-

pfangende Oberfläche auf die Pferdekraft = 1 Quadratelle zu setzen sey.

Und weil der Kessel Dampf für zwei Maschinen, jede von 30 Pferdekräften, zu erzeugen hat, so muß 1) die ganze zu erwärmende Oberfläche eine Ausbreitung von 60 Quadratellen haben. 2) Die Rostoberfläche muß $\frac{2}{3} \times 6 \times 60 = 240$ Quadratpalmen betragen. 3) Und der vertikale Durchschnitt der Feuerzüge muß im Durchschnitte $1\frac{1}{6} \times \frac{2}{3} \times 60 = \frac{7}{6} \times \frac{2}{3} \times 60 =$ ungefähr 47 Quadratpalmen enthalten.

Weil der Kessel zwei Heerde (Fig. 100 Nr. 1 und 2 Taf. XI) A und B hat, so muß jeder Rost wenigstens eine Oberfläche von 120 Quadratpalmen haben, und weil eine viel größere Länge, als Breite hier von Nutzen und zugleich auch für das bequeme Schüren, Vertheilen und Ausbreiten des Brennstoffes zweckmäßig ist (hauptsächlich an den Wandplatten des Heerdes); so gebe man den Rosten eine horizontale Länge von beinahe 1,9 Ellen und eine Breite von ungefähr $6\frac{1}{2}$ bis 7 Palmen. Die Länge des Raumes vor jedem Roste (im Holländischen het doodbed genannt), welcher gerechnet wird von dem Einsatzpunkte des Mundlochrahmens I betrage 3 Palmen. Die Wasserkanäle können ausreichen mit einer Breite im Dunkeln von 1 Palm. Die Breite der Feuerzüge kann nicht gut geringer seyn, als 3,4 bis 3,5 Palm im Durchschnitt; denn bei einer beträchtlich geringern Breite würden sie eine zu große Höhe des Kessels nothwendig machen, und es würde dann schwierig seyn, dieselben, wenn es sich nöthig machte, zu reinigen. Man rechne jedoch die eben genannte Breite nur im Durchschnitte, denn sie muß nach und nach etwas abnehmen, so daß der letzte Feuerzug NP die geringste Breite habe und im Durchschnitt an Inhalt nicht viel größer sey, als der Schornstein.

Hiermit ist man nun völlig im Stande, die Länge und Breite des Kessels zu berechnen. Denn die Länge ist gleich der Länge des Raumes vor dem Roste + der horizontalen Länge des Heerdes + der Breite von den drei hintern Wasserkanälen + der Breite von den zwei hintern Feuerzügen = 0,3 + 1,9 + 0,3 + 0,68 = 3,18 Ellen. Ferner ist die Breite = der Breite von 7 in die Quere laufenden Wasserkanälen bei K, M, C, D, F, G + der Breite von 4 querlaufenden Feuerzügen K, M, E, G, + der Breite von zwei Rosten = 0,7 + 1,4 + 1,4 = 3,5 Ellen. Diese Breite kann übrigens durch breitere Ausführung der querlaufenden Feuerzüge etwa um ½ Elle oder mehr vergrößert werden, wenn man dem Kessel die kleinstmögliche Höhe geben, oder die größtmögliche zu erwärmende Oberfläche über den Feuerzügen erlangen will.

Die eigentliche Wärme empfangende Oberfläche besteht aus den horizontalen obern Wänden und aus den vertikalen Seitenwänden des Heerdes und der Feuerzüge, denn die Bodenwände oder die horizontalen untern Wände des Aschenraumes und der Feuerzüge müssen außer Rechnung bleiben, indem durch dieselben dem Wasser sehr wenig Wärme mitgetheilt wird.

Die Oberfläche der obern Wände über den beiden Heerden beträgt ungefähr . .		2,60	□ Ellen.
Die Oberfläche über dem Feuerzuge	EF	0,70	= =
= = = = =	FG	0,90	= =
= = = = =	HI	1,10	= =
= = = = =	IK	0,90	= =
= = = = =	LMN	0,87	= =
= = = = =	NP	0,70	= =
Die totale Oberfläche über dem Feuer und der Flamme beträgt deshalb		7,77	= =

Man kann hierfür rechnen 10 Quadratellen, weil noch eine beträchtliche Erwärmung statt findet durch die Röhre PORQS, welche durch das Wasser und den Dampf nach dem Schornsteine läuft.

Hieraus folgt deshalb, daß die Wandoberfläche der Heerde und Feuerzüge 50 Quadratellen enthalten müsse, denn die ganze Oberfläche muß 60 Ellen betragen. Es kommt also nur noch darauf an, ob diese Oberfläche bei der angegebenen Länge und Breite der Heerde und Feuerzüge so erlangt werden kann, daß die Tiefe der Feuerzüge dabei gleich werde, oder wenig differire von der Tiefe, welche sie, ihrem oben bestimmten Durchschnitte nach, haben muß.

Die Wandoberfläche innerhalb der Heerde kann man nicht über die ganze Tiefe der Heerde rechnen, weil die Wände der Aschenräume nicht viel Wärme aufnehmen können; man müßte sonst rechnen können, daß die Oberfläche der bestehenden Wände im Heerd eine Länge von 8 Ellen und eine Tiefe oder Höhe gleich der Tiefe oder Höhe der Feuerzüge besäßen. Wir wollen jedoch diese Wandlänge nur halb so groß annehmen, d. i. = ... 4,0 Ellen.

Der Umfang des Kessels im Lichten wird nach Abzug der Breite der Heerde und der Breite der Wasserkanäle eine Länge FHIL haben von . . . . 10,8 Ellen.

Der Wasserkanal FPNKL hat eine totale Länge von 7,2 Ellen, welche für die Oberfläche dieses Kanales sowohl in den Feuerzügen GHIK, als in den Zügen MNO eine Gesammtlänge von beinahe dem Doppelten gibt, also von . 14,4 Ellen.

Endlich haben die Wände MNO und E, die an der Seite und hinten am Heerd liegen, zusammen eine Länge von . . 5,5 Ellen.

Alle diese Längen (welche sich aus der oben bestimmten Länge und Breite des Kessels, und aus der Breite der Wasserkanäle und Feuerzüge leicht bestimmen lassen) betragen also zusammen . . 34,7 Ellen.

Dieses ist die Länge der erwärmenden Oberfläche, welche 50 Quadratellen Inhalt haben muß, weshalb die Breite dieser Oberfläche, nämlich die Höhe oder Tiefe der Feuerzüge ungefähr 1,45 betragen muß. Nun ist die Breite der Feuerzüge auch 3,4 bis 35, Palmen angenommen, und der Durchschnitt der Feuerzüge wurde oben zu 47 Quadratpalmen angenommen, woraus sich für die Höhe der Feuerzüge $\frac{47}{3,4}$ = beinahe 14 Palmen ergeben wird, was nur ½ Palm weniger ist, als die Höhe, die sich aus der Quantität der zu erwärmenden Oberfläche ergibt. Und man kann deshalb festsetzen, daß die Höhe oder Tiefe der Feuerzüge 1,45 Ellen betragen müsse. Gibt man nun dem Wasser eine Höhe von 3½ Palmen über den Feuerzügen (welche Höhe hier ¾ mehr beträgt, als bei eingemauerten oder feststehenden Kesseln, damit nämlich in Folge der Schwankungen des Fahrzeuges die Wände der Feuerzüge nicht entblößt werden), und der Mitte der Kesselhaube einen Abstand von 5½ Palmen von der Wasseroberfläche, dann wird die totale Höhe des Kessels in der Mitte genommen (und unter demselben auch die Breite des Bodenwasserkanales gerechnet) 2,45 bis 2,5 Ellen. Es besteht nun keine Schwierigkeit weiter, die Dimensionen des Kessels bis in die kleinsten Einzelnheiten zu bestimmen, oder durch Berechnung dem Zeichner die Dimensionen aller Theile zu liefern.

Durch die vollständige Auflösung der vorangehenden 6 Aufgaben wird man nun auch hinlänglich in den Stand gesetzt seyn, in jedem Falle die Dimensionen der Dampfkessel gehörig auszumitteln; und in wie fern die besondere Form des Kessels einige Modificationen in der Bestimmung sollte veranlassen können, halte man sich an die Bemerkungen, welche hierüber in dem nun folgenden §. mitgetheilt werden sollen.

§. V.

Ueber die Dampfkessel im Allgemeinen und über die verschiedenen Formen und Einrichtungen derselben im Besondern.

143) Obschon ein Dampfkessel die Form jedes einfachen oder zusammengesetzten geometrischen Körpers haben kann, so ist es jedoch einleuchtend, daß nicht jede Form dazu gleich geeignet sey, um den Kessel soviel wie möglich die Erfordernisse zu verleihen, die er besitzen muß, um nicht auf eine zu mangelhafte Weise dem Zwecke zu entsprechen. Diese Erfordernisse bestehen vornämlich in Nachfolgendem:

1) Der Kessel muß mit der geringsten Quantität Brennstoff die meiste Wärme vom Feuer empfangen können.

2) Er muß deshalb die größtmögliche Wärme empfangende Oberfläche haben; und die Wärme muß auf allen Punkten dieser Oberfläche, so gut es nur angeht, gleichmäßig mitgetheilt werden.

3) Die Form des Kessels muß so beschaffen seyn, daß er bei der kleinsten totalen Oberfläche den größtmöglichen Inhalt habe; das Gewicht des Kessels wird dann ein Minimum.

4) Er muß zugleich eine Form haben, welche die größte Stärke verbürgt, um sowohl seine eigene

Schwere, als den Druck von Wasser und Dampf sicher ertragen zu können.

5) Die Construction des Kessels sey einfach; denn ein zusammengesetzter Kessel ist weniger dauerhaft und verursacht mehr Unterhaltungskosten. Auch sey die Construction von der Art, daß das gehörige Reinigen des Kessels mit der geringsten Schwierigkeit verbunden sey und so selten wie möglich vorgenommen zu werden braucht.

Man kann von den Dampfkesseln, was die verschiedenen Formen derselben anlangt, hauptsächlich drei Arten unterscheiden, nämlich wagenförmige oder kastenförmige Kessel, cylindrische Kessel, und kugelförmige Kessel. Unter keiner dieser drei Formen besitzt ein Dampfkessel zugleich alle die eben angeführten Eigenschaften, und es läßt sich für diesen Zweck keine Form ausdenken, die in jedem Falle alles dieses leistet. Denn irgend eine Form, welche zwei oder drei der angeführten Bedingungen erfüllt, schließt zugleich die übrigen Bedingungen ganz und gar aus. Was über jede der drei vorgenannten Arten von Kesseln in der Folge gesagt werden soll, wird zugleich das eben Gesagte bestätigen.

A. Wagenförmige und kastenförmige Dampfkessel.

144) Man kann von den wagenförmigen Dampfkesseln, die außen geheizt werden, nicht sagen, daß sie mit der geringsten Quantität Brennstoff die meiste Wärme vom Feuer empfangen; wohl aber, daß sie auf einer sehr großen oder größtmöglichen Oberfläche die genannte Wärme mitgetheilt erhalten, aber auch auf eine sehr ungleichmäßige Art. Denn ein sehr großer Theil der Hitze wird von der Seite mitgetheilt, und diese Art der Mittheilung ist lange nicht so vollkommen, als die Erwärmung von unten.

Ueber dieses werden alle Punkte der zu erwärmenden Oberfläche bei der gewöhnlichen Einrichtung dieser Kessel sehr ungleichmäßig erhitzt. Die Hitze, welche sehr stark ist unter dem vordern Ende des Bodens, nimmt von da nach hinten ab; doch weit ungleichmäßiger werden die Kesselwände erwärmt, weil die Temperatur des Rauches im ersten Feuerzuge viel höher seyn muß, als im zweiten. Es ist jedoch unmöglich, daß alle Punkte des Kessels gleich viel Hitze sollten empfangen können, der Kessel müßte denn sehr klein seyn und unter dem ganzen Boden allein geheizt werden; jedoch bei einer nachher mitzutheilenden Einrichtung des Kessels kann die Erwärmung der Seitenwände gleichmäßiger statt finden.

Bei völlig gleicher Heitzoberfläche hat ein wagenförmiger Kessel einen größern Inhalt, als ein cylinderförmiger Kessel, aber die ganze Oberfläche des ersten Kessels ist alsdann größer, als die des letztern; nur die kugelförmigen Kessel erfüllen allein die dritte Bedingung vollkommen.

Die wagenförmige Gestalt eines Dampfkessels von niederem Drucke ist zugleich eine Form von hinlänglicher Stärke, wiewohl nicht von gleicher Stärke, denn dann müßten die Durchschnitte, in welcher Richtung man dieselben auch nimmt, immer Kreise seyn. Ein cylinderförmiger Kessel hat deshalb größere Stärke, als ein wagenförmiger oder kastenförmiger Kessel. Besäße der Kessel eine sphärische Gestalt, dann würde er zugleich eine Form von gleichmäßiger und von größter Stärke haben. Wagenförmige oder kastenförmige Kessel können auch zur Erzeugung von hochdrückendem Dampf angenwendet werden, sobald nur ihre Dimensionen nicht zu groß sind, denn dann bedürfen sie zu viele Verstärkungen; aber in jedem Falle sind sie für diesen Zweck und was ihre Stärke betrifft weniger tauglich, als die cylinderförmigen Kes-

sel. Zum Tragen des Wassers leisten alle wagenförmigen Kessel mit eingebogenem Boden und eingebogenen Wänden mehr Widerstaud, als die cylinderförmigen Kessel; kastenförmige Kessel mit geradlinigen Wänden und ebenem Boden sind jedoch gegen den Druck viel weniger vermögend und müssen dann auch weit sorgfältiger verankert werden.

Obschon die Construction der wagenförmigen Kessel von gewöhnlicher Einrichtung weniger einfach oder leicht ist, als die der cylinderförmigen Kessel, so sind sie dennoch ebenso dauerhaft und verursachen wenig Unterhaltungskosten. Die Reinigung derselben ist bequem und geschieht mit der wenigsten Beschädigung des Bodens, weil dieser gewölbt ist; und weil bei ihnen der Niederschlag zum größten Theil sich in die Ecken des Bodens zieht, so wird die Mitte dieses Bodens nicht sobald bedeckt, als bei einer cylinderförmigen Gestalt. Im Allgemeinen bedürfen deshalb die cylinderförmigen Kessel einer häufigern Reinigung, als die wagenförmigen Kessel. Dieses leidet jedoch keine Anwendung auf die sogenannten kastenförmigen Kessel, besonders auf solche, welche von innen geheizt werden.

Die wagenförmigen Kessel haben im Ofen eine größere Festigkeit, als die cylinderförmigen; sie bieten dem Feuer, ohne eine zu große Weite oder Tiefe, eine größere Oberfläche dar, empfangen viel Wärme durch den Boden und sind in diesen Hinsichten ersparend; auch können sie bei großen Dimensionen viel eher bestehen, als Kessel von irgend einer andern Form. Das eine und das andere gilt auch für wagenförmige oder kastenförmige Dampfkessel, die von innen geheizt werden, und das Anbringen der Heerde und Feuerzüge in den Kesseln kann auch bei dieser Art von Kesseln leichter und vortheilhafter geschehen, als bei andern, und hieraus folgt dann,

daß die wagenförmigen Kessel für den Gebrauch vortheilhafter sind, als die cylinderförmigen, besonders wenn sie nicht von kleinem Caliber sind und der Dampf keinen hohen Druck ausübt. Von den kastenförmigen Dampfkesseln läßt sich dasselbe nicht immer sagen, aber sie können eher für Maschinen von hohem Drucke eingerichtet werden.

Es ist hierüber noch mehr zu bemerken, doch dieses wird zweckmäßiger bei der besondern Betrachtung der speciellen Einrichtungen wagenförmiger und kastenförmiger Dampfkessel geschehen, wozu wir jetzt übergehen wollen.

145) a) Gewöhnliche wagenförmige Dampfkessel. Es würde überflüssig seyn, hier uns noch weiter über die Einrichtung der gewöhnlichen wagenförmigen Dampfkessel zu verbreiten, nach dem, was bereits im zweiten Kapitel der zweiten Abtheilung und auch im vorhergehenden §. darüber gesagt ist. Wenn man von dieser Art der Dampfkessel Verschiedenheiten antrifft, so bestehen dieselben allein in kleinen Differenzen im vertikalen Durchschnitte. Manche haben einen sogenannten schmalen Durchschnitt, d. h. sie sind hoch und nicht breit; andere haben einen mehr breiten Durchschnitt; wiederum andere haben keine einwärts gebogenen Wände; bei noch andern sind die Wände stärker einwärts gebogen, als wir für diesen Zweck angegeben haben. Die von uns angegebenen Formen sind in jedem Falle sehr zweckmäßig, es mögen nun die Kessel von einem großen, oder von einem kleinen Caliber ausgeführt werden sollen. Schmale Kessel sind nur für schwache Maschinen; bei ihrer geringen Breite und großen Höhe haben die Wände eine große Erwärmungsoberfläche, und der Boden hat eine große Wassertracht. In dieser letztern Hinsicht sind sie dauerhaft, aber nicht

ersparend, weil der Boden die wenigste Wärme empfängt.

Eine besondere Form von vertikalem Durchschnitt ist die, von welcher bereits in Art 140. Beispiel 3 (siehe Fig. 146) Erwähnung gethan worden ist. Sie gewährt den Vortheil, daß man keine gewölbten Feuerzüge in den Ofen zu mauern braucht und daß die Erwärmung des Wassers, welches über den Feuerzügen steht, auch von unten auf den Bogen cc statt findet; die Erwärmung geht deshalb besser von Statten, und es kann also einige Ersparniß an Brennstoff gemacht werden. Aber wenn die gewölbte Haube keinen größern Durchmesser bekommt, als man bei der gewöhnlichen Form des Durchschnittes ihr zu geben pflegt, so muß die Breite des Bodens vermindert werden, und dieses verursacht alsdann eine minder schnelle Erwärmung des Wassers. Kessel von dieser Form sind bei kleinem Caliber und auch bei einem mittelmäßigen Caliber sehr zweckmäßig, sobald sie nur mit einem innern Feuerzuge versehen sind; aber für das größte Caliber sind sie nicht so gut, als Kessel von der gewöhnlichen Form, welche gleichfalls einen inwendigen Feuerzug haben, weil diese dann bei gleichem Inhalte dem Feuer eine größere Oberfläche darbieten, eine nicht so weite Haube haben und deshalb stärker und dauerhafter seyn müssen.

b) Wagenförmige Dampfkessel mit inneren Feuerzügen. Wenn ein wagenförmiger Kessel, der ein großes Caliber haben soll, eine zu große Länge haben müßte, um die nöthige Erwärmungsoberfläche dem Feuer und der Flamme, oder dem Rauche darzubieten, so kann man einen innern Feuerzug in demselben anbringen, um die Flamme und den Rauch erst noch durch denselben streichen zu lassen, bevor sie in die Feuerzüge um den Kessel

geleitet wird. Auch in andern Fällen versieht man einen solchen Kessel mit einem innern Feuerzuge, um die Erwärmung gleichmäßiger zu machen, aber man beabsichtigt dabei immer hauptsächlich, mit der kleinstmöglichen Länge des Kessels der Feuerwärme die erforderliche Heitzoberfläche zu exponiren.

Die Gestalt eines solchen innern Feuerzuges kann verschieden seyn. Bildet der Durchschnitt des innern Feuerzuges einen Kreis (wie bei A Fig. 154), so ist derselbe eigentlich ein horizontaler Cylinder; seine Stärke ist dann am größten, und der Niederschlag setzt sich in keiner großen Quantität auf demselben an, aber die nützliche Erwärmungsoberfläche ist kleiner, als für den Fall, wo der Durchschnitt eine Ellipse (Fig. 155), oder ein Viereck mit gewölbten Seiten (Fig. 156), oder noch besser ein Rechteck bildet. Denn bei einem kreisförmigen Feuerzuge kann man nur die halbe Oberfläche abc als Erwärmungsoberfläche betrachten; ist der Durchschnitt oval, so bilden $\frac{2}{3}$ desselben, oder def die Erwärmungsoberfläche; und $\frac{3}{4}$ desselben, wenn der Durchschnitt viereckig ist, weil man alsdann annehmen kann, daß die drei Seiten gh, hi, ik, die Feuerwärme aufnehmen und mittheilen.

Die Gestalt, welche man dem innern Feuerzuge zu geben hat, steht in gewisser Hinsicht in Verbindung mit der Größe des Kessels. Ist der Kessel klein und nicht hoch, so reicht ein Feuerzug von rundem Durchschnitte recht gut aus. Ein ovaler Durchschnitt (wobei der größte Theil der Wärme mehr von unten, oder weniger von den Seiten mitgetheilt wird) eignet sich eher für einen breitern Kessel; doch in jedem Falle müssen die Wände der Feuerzüge von den Seitenwänden und von dem Boden des Kessels einen hinlänglichen Abstand haben, um das Reinigen derselben im Kessel bequem bewerkstelligen zu

können. Feuerzüge von einem viereckigen oder rechtwinkeligen Durchschnitt eignen sich am besten für Kessel von einem großen Caliber. Bei gleicher nützlichen oder wirklichen Erwärmungsoberfläche (siehe oben) ist der parallelepipedische Durchschnitt (Fig. 157) vortheilhafter, als der quadratische Durchschnitt (Fig. 156), weil in dem ersten Durchschnitte die obere Fläche h i eine größere Ausbreitung hat und von mehr Wasser gedrückt wird, als bei dem letzten Durchschnitte; aber parallelepipedische Feuerzüge sind unter allen erwähnten Formen der Feuerzüge die schwächste und am wenigsten dauerhafte; und das Emporsteigen des Dampfes aus dem Wasser, welches über dem Kesselboden steht, wird durch die untere Wand des Feuerzuges etwas behindert; zum wenigsten muß diese Behinderung geringer seyn, wenn der Durchschnitt des Feuerzuges rund ist. Endlich kann man dem innern Feuerzuge auch noch im Durchschnitte die Gestalt eines sphärischen Dreiecks geben. Bei dieser letzten Form bekommt der Feuerzug eine hinlängliche Stärke, und es wird wenig Gelegenheit zum festen Ansetzen des Niederschlages gegeben, oder vielmehr die Reinigung der in den Kessel gekehrten Oberfläche ist sehr bequem zu bewerkstelligen; aber die Erwärmung geht nicht so gut von Statten als bei runder oder vierseitiger Gestalt, und der totale Umfang, der bei einem runden oder quadratischen Durchschnitt beinahe ein kleinster ist, wird hier im Gegensatze ein größter, mit andern Worten, der Kessel wird durch einen solchen Feuerzug am meisten erschwert.

Sobald die Form des Durchschnittes für den innern Feuerzug festgestellt ist, muß man seine Weite und Höhe so bestimmen, daß der Inhalt des mittlern Durchschnittes gleich werde dem Mittel zwischen den Durchschnitten des Feuerzuges unter dem Kes-

selboden und der seitlichen Feuerzüge. Man kann nach dieser Bestimmung die Länge des Kessels berechnen, so daß der Feuerzug eine bestimmte Erwärmungsoberfläche darbietet, oder daß der Kessel eine gegebene Höhe bekommt u. s. w. Die Auflösung der Beispiele von Art. 140. bis 142. werden in diesem Betreff hinlängliche Erläuterung geben.

Der Weg, welchen die Flamme und der Rauch durch die innern und äußern Feuerzüge verfolgen, hat nicht immer dieselbe Richtung. Häufig gehen sie, nachdem sie von dem Heerde A (Fig. 158 und 159 geben einen vertikalen und horizontalen Durchschnitt eines Kessels) durch das Gewölbe B und durch den innern Feuerzug C gestrichen sind, in den rechten oder linken Feuerzug E, laufen dann, ohne dem Kessel Wärme mitzutheilen, durch einen Kanal F hinter dem Kanale B nach dem linken oder rechten Feuerzuge G und streichen so durch den Zug H in den Schornstein I, der also am vordern Ende des Heerdes angebracht ist.

Manchmal ist das hintere Ende des Feuerzuges C nach unten gerichtet, oder dieser Feuerzug neigt sich nach hinten, und der Kanal F läuft dann über B längs der Hinterwand des Kessels hin, um zu gleicher Zeit zur Erwärmung zu dienen (man vergleiche den horizontalen Durchschnitt Fig. 160).

Der Schornstein kann auch an dem hintern Ende des Heerdes angebracht seyn, wie in Fig. 160 bei M angegeben ist. Der Rauch muß dann aus dem Feuerzuge G durch einen Rauchkanal KL zurückgeleitet werden, welcher auch über dem Zuge G noch längs dem Kessel hinlaufen kann. In jedem Falle ist eine solche Leitung des Rauches zu verwerfen, wenn der Schornstein ebenso gut am vordern Ende des Heerdes angebracht werden könnte, denn bei Verlängerung des letzten Feuerzuges G durch einen be-

sondern horizontalen Kanal KL wird natürlich die Bewegung des Rauches mehr gehindert, und der Zug muß abnehmen.

Eine bessere Einrichtung besteht darin, daß man den innern Feuerzug nicht von dem einen Ende des Kessels bis zum andern durchlaufen läßt, sondern daß der Feuerzug am hintern Ende des Bodens beginne; alsdann bleibt die hintere Wand des Kessels geschlossen und wird von dem umlaufenden Feuerzuge erwärmt. In der Fig. 161 ist dieses in einem vertikalen Durchschnitte dargestellt. A ist der Heerd, B das Gewölbe, C der Anfang des innern Feuerzuges CDE, welcher bis D trichterartig steigt und dann horizontal sich fortsetzt. Aus F geht der Rauch in den rechten seitlichen Feuerzug, aus welchem er in den hintern Feuerzug G gelangt, wie es gewöhnlich der Fall ist u. s. w.

Die Construction eines Kessels von dieser Einrichtung ist schwieriger, als wenn der Feuerzug von einem Ende zum andern läuft, und dieses kann auch auf die Dauer einen nachtheiligen Einfluß haben, aber die Erwärmungsoberfläche wird ohne Verlängerung des Kessels sehr vermehrt, hauptsächlich auch muß der Effekt der Hitze in dem innern Feuerzuge kräftiger seyn; darum ist diese Einrichtung sehr gut für wagenförmige Kessel von einem sehr großen Caliber, z. B. von 50 bis 60 Pferdekräften. Ein innerer Feuerzug gibt immer den positiven Vortheil einer Verkürzung des Kessels. Man ist jedoch darüber noch nicht einig, ob man mit einem innern Feuerzuge eine absolut bessere Erwärmung des Wassers erlangt, als ohne denselben statt finden würde, weil in dem ersten Falle der Rauch kühler, als in dem letzten in die seitlichen Feuerzüge tritt. Man darf jedoch wohl annehmen, daß die Erwärmung gleichmäßiger, geschwinder und mit geringerer Con-

sumtion von Brennstoff bei einem innern Feuerzuge bewerkstelligt wird, als wenn kein solcher Feuerzug vorhanden ist. Denn wenn die Flamme und der Rauch in diesen Kanal übertreten, haben sie noch eine sehr hohe Temperatur und theilen nach allen Richtungen nützliche Wärme mit, was in den auswendigen Feuerzügen nur an einer Seite geschehen kann. Die Erwärmung erfolgt auch über die ganze Länge des Kessels auf eine sehr gleichmäßige Weise; und wegen des nicht hohen Wasserstandes über dem innern Feuerzuge kann man das Wasser auch sehr geschwind ins Kochen bringen. Allein die Kessel mit innern Feuerzügen sind weniger dauerhaft, schwieriger zu erbauen, und die Ausbesserungen der innern Feuerzüge, die meistens zuerst schadhaft werden, pflegen nicht ohne Schwierigkeiten zu seyn. Die Erwärmung der Wände ist ebensowenig gleichmäßig, als in dem Falle, daß der Kessel keinen innern Feuerzug hat, und diese Erwärmung muß auch in einem geringern Maaße statt finden, wie wenig dieses übrigens, wegen der geringern Länge des Kessels, auch betragen möge. Gleichwohl kann die Communication der innern und äußern Feuerzüge so hergestellt werden, daß beide Seiten des Kessels gleichmäßig und stärker erwärmt werden. Der innere Feuerzug A (Fig. 162) muß für diesen Zweck mit den beiden Seitenzügen, oder den auswendigen Zügen BD und CF in unmittelbarer Communication stehen; bei ab muß eine Scheidewand angebracht seyn, damit der Rauch, welcher aus dem innern Kanale A kommt, in zwei gleiche Ströme vertheilt werde; hinter dem Kessel geht der Rauch bei EE aus beiden Kanälen BD und CF unmittelbar in den Schornstein über, und dieser muß soviel wie möglich dicht hinter der mittlern Breite des Kessels aufgeführt seyn, damit der Zug in den Kanälen BD und CF gleich oder

beinahe gleich sey und auf diese Weise durch jeden Kanal gleichviel Rauch zieht. Die Seitenzüge des Feuers können eine geringere Breite bekommen, als gewöhnlich, aber obschon durch jeden Kanal nur die halbe Quantität Rauch ziehen muß, so reducire man die eben genannte Breite nicht bis auf die Hälfte, weil dadurch der Zug zuviel verlieren könnte und es auch beinahe nicht möglich ist, daß durch jeden auswendigen Feuerzug gerade die halbe Quantität des Rauches zieht.

Kessel ohne einen innern Feuerzug können auf dieselbe Weise gleichmäßiger erwärmt werden, wenn man den Schornstein an das vordere Ende des Ofens bringen kann; und sobald diese Art der Erwärmung ohne alle Unbequemlichkeit ausgeführt werden kann, müssen bei dieser Einrichtung der Zug und die Erwärmung besser werden, sowie auch die Kessel selbst länger in gutem Zustande bleiben können.

Ohne Rücksicht zu nehmen auf die geringere Dauer und auf die schwierigere Verfertigung, Reinigung u. s. w. kann man Kessel von einem sehr großen Caliber noch mehr verkürzen und dann zwei oder drei Feuerzüge in denselben anbringen; der Rauch tritt dann in den ersten innern Feuerzug, aus demselben in den zweiten u. s. w. Aber diese Feuerzüge müssen über einander liegen, wie in Fig. 163 angegeben ist, und nicht neben einander, wie z. B. in Fig. 111 Taf. XI für einen cylindrischen Kessel angegeben wird; denn in diesem Falle wird das Wasser in der einen vertikalen Hälfte des Kessels geschwinder und stärker erwärmt, als in der andern Hälfte, und die ganze Erwärmung ist ungleichmäßig und unvortheilhaft.

c) Wagenförmige Kessel mit zwei Heerden unter denselben. Um wagenförmige Kessel

gleichmäßiger zu erwärmen, oder auch damit der Rost nicht zuviel Ausbreitung erhalte, kann man unter sehr langen wagenförmigen Kesseln zwei Heerde anbringen. Hiermit ist nicht gemeint, daß diese Heerde neben einander liegen sollen, wie es in wagenförmigen Dampfbootkesseln der Fall zu seyn pflegt, sondern diese Heerde sollen einander unter den beiden Enden des Kessels gegenüber, oder unter der Mitte des Kessels neben einander angelegt seyn. In dem ersten Falle muß die Flamme beider Heerde nach der Mitte des Kessels streichen; von da geht sie (wenn der Kessel keinen innern Feuerzug hat) in einer seitlichen Richtung in einen der äußern Feuerzüge über und läuft in zwei entgegengesetzten Strömen um den Kessel. Diese Ströme ziehen sich nachher nach der Mitte des andern auswendigen Feuerzuges, wo der Schornstein angebracht ist, in welchem die vereinigten Rauchsäulen emporsteigen.

Im zweiten Falle liegen die Heerde, durch eine Scheidewand getrennt, unter der Mitte des Kessels, und die Länge der Roste ist gleich der Breite des Kessels. Der Kessel wird deshalb an der Seite und nicht von vorn geheizt, was für den Einheizer bequemer ist, als die Einrichtung im ersten Falle, indem er hier den Ort nicht zu verändern braucht. Die Verbrennung des Rauches ist aber weniger vollkommen, und die beiden Ströme von Flamme und Rauch, die von den beiden Heerden nach den Enden des Kessels streichen, müssen, wenn der Kessel keinen innern Feuerzug hat, einen längern Weg um den Kessel machen, ehe sie sich in dieser Richtung vereinigen, um im Schornsteine emporzusteigen.

In jedem der gedachten Fälle ist die Einrichtung ziemlich so, als ob zwei Dampfkessel von der halben Länge hinter einander angebracht wären, so daß man den einen als eine Verlängerung des an-

dern betrachten kann, und daß die Heerde entweder einander gegenüber liegen, oder an einander grenzen. Man kann hieraus abnehmen, daß, wenn der Ort es gestattet, der Effekt noch besser seyn müsse, sobald man statt eines Kessels mit zwei Heerden zwei kleinere Kessel, die neben einander liegen, anwendet und die Heerde unter den beiden vordern Enden der Kessel heizen läßt (vergl. Fig. 145).

d) Wagenförmige Dampfkessel, die von innen geheizt werden. Wagenförmige Kessel mit innerer Heizung haben inwendig den Heerd oder die Heerde sammt den Feuerzügen; die Schornsteinröhre ist hinter denselben, oder auf der Kesselhaube; sie sind gewissermaßen Kessel mit eisernen Oefen, deren Wände sämmtlich doppelt und mit Wasser gefüllt sind, damit sie gegen das Feuer Stand halten können. Die gewöhnlichen Dampfbootkessel, von denen in dem letzten Kapitel der vorhergehenden Abtheilung bereits einige Formen beschrieben sind, oder vielmehr die meisten Dampfbootkessel von niederem Drucke sind wagenförmige Kessel mit inwendigen Oefen.

Wegen der complicirteren Zusammensetzung dieser Art von Kesseln und weil die Bodenplatten über den Feuerzügen eine geringere Wassertracht haben, als gewöhnlich in einfachen wagenförmigen Kesseln, ist ihre Construction schwieriger und kostbarer, auch sind sie nicht so gut zu reinigen und werden eher wandelbar, oder sie erfordern vielfachere Reparaturen und sind weniger dauerhaft. Deshalb müssen sie nur in Folge örtlicher Umstände und nicht vorzugsweise angewendet werden, sie gewähren jedoch, gleich den gewöhnlichen wagenförmigen Kesseln mit innern Feuerzügen, den Vortheil, daß wegen der geringern Quantität Wasser, welches sie enthalten, dieses Wasser sehr geschwind ins Kochen kommt, und

daß in den Feuerzügen, die von allen Seiten mit Wasser umringt sind, keine Wärme verloren geht, oder nutzlos mitgetheilt wird, wie es z. B. bei dem Mauerwerke der auswendigen Feuerzüge gewöhnlicher Kessel der Fall ist. Die Feuerzüge können dann etwas kürzer werden, wodurch auch der Zug des Feuers verstärkt werden muß.

Die inwendige Zusammensetzung dieser Art von Kesseln kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden, jedoch ist sie besonders nach der Form der Heerddurchschnitte und der Feuerzüge verschieden, und diese Form ist im Allgemeinen entweder rechtwinklich oder rund. Wenn die Heerde und Feuerzüge eine rechtwinkliche Form haben, kann man die erforderliche Erwärmungsoberfläche innerhalb des Kessels im kleinsten Raume erlangen, und der Kessel faßt die geringste Quantität, d. h. das kleinste Gewicht Wasser. Haben die Heerde und Feuerzüge eine cylindrische Gestalt, dann bekommt das Ganze eine größere Extension; die Verbrennung geht in demselben weniger vollkommen von Statten; sie geben einen dikken Rauch und lassen viel Luft unverbrannt entweichen; ihre Reinigung ist mit größerer Schwierigkeit verbunden, aber die Reinigung des Kessels, nämlich des Wasserraumes, ist bequemer, und die Stärke oder Dauer der Feuerzüge (die dann eigentlich nichts anders sind, als cylindrische Rauchröhren) ist größer. Dieses Alles ist bei Kesseln mit rechtwinklichen Feuerzügen gerade umgekehrt der Fall:

1) Einige Hauptformen wagenförmiger Dampfkessel mit inwendigen Oefen, deren Heerde und Feuerzüge eine rechtwinkliche Form haben, sind bereits im letzten Kapitel der vorhergehenden Abtheilung beschrieben und hinlänglich erklärt worden. Unnöthig ist es, die dort gegebenen Erklärungen jetzt zu wiederholen, oder uns ausführlicher darüber zu verbrei-

Wassermasse wird nur durch Vervielfältigung der Heerde erlangt; das Emporsteigen des Dampfes aus den untersten Wasserschichten wird durch die Wände der darüber liegenden Feuerzüge etwas behindert; und obschon der Niederschlag sich größtentheils an den obern Wänden der obersten Feuerzüge ansetzt, zu welchen man bequem kommen kann, so bedürfen doch auch die obern Wände der unten gelegenen Feuerzüge ebenfalls eine vielfältige Reinigung, und diese kann manchmal äußerst schwierig werden. Diese Mängel oder Unbequemlichkeiten hat man schon aus der Erklärung der Einrichtung des Kessels abnehmen können, welcher in zwei Durchschnitten Fig. 110 Nr. 1 und 2 abgebildet ist. Bei diesem wird die Erwärmung mittelst eines Heerdes, welcher nicht in der Mitte des Kessels liegt, sehr ungleichmäßig bewerkstelligt; ferner müssen die Wasserkanäle eine größere Tiefe oder innere Höhe, als ihre gewöhnliche Breite beträgt, wenn sie vertikal sind, bekommen, damit die Reinigung derselben von außen durch die Schlammpforten (deren Anzahl hier auch größer seyn muß) bequemer geschehen kann. Diese Wasserkanäle müssen auch nach der Vorder- und Hinterwand des Kessels etwas Gefäll haben, damit der Niederschlag soviel wie möglich nach dem Boden und nach den Ecken des Kessels noch Abzug finden könne. Endlich müssen diese Wasserkanäle unterstützt werden, welches auf die Weise geschieht; daß man jeden derselben an zwei oder mehr Orten mit den darunter liegenden Wasserkanäle durch kurzen Röhren in Communication setzt, die etwas nach der Gestalt eines S gebogen oder gekrümmt sind, damit sie sich während der Erhitzung unbehindert ausdehnen können. Diese Röhren vermehren natürlich die Erwärmungsoberfläche; aber sie machen die Construc-
sehr schwierig (man vergleiche ferner, was un-

ter e von dieser Einrichtung bei einem kastenförmigen Kessel angegeben werden wird.)

Wenn man den Kessel mit zwei Heerden A und B Fig. 166 einrichtet und nur zwei horizontale Feuerzüge C, D oder E, F mit jedem Heerde communiciren läßt, so wird die Construction dauerhafter, als nach dem vorhergehenden Plan; und läßt man einen hinlänglichen Raum zwischen den Wänden der Heerde und Feuerzüge, so hat die Reinigung des Kessels (und zwar besonders der obern Flächen der verschiedenen unteren Feuerzüge) wenig Schwierigkeit. Aber, obschon die Erwärmung des Wassers durch seine ganze Masse sehr gleichmäßig erfolgt, und die Dampferzeugung über den Heerden und den hintern Feuerzügen ungehindert von Statten geht, so besteht doch der größte Theil der Erwärmungsoberfläche mehr aus den vertikalen Seitenwänden, als aus den horizontalen oberen Wänden der Feuerzüge. Diese Einrichtung, welche auch einfach ist, kommt einigermaßen mit derjenigen gewöhnlicher Kessel überein, deren vertikale Feuerzüge in zwei Theile getheilt, oder bis auf die halbe Höhe reducirt sind. Von den Heerden A und B streichen Flamme und Rauch über die hintern Wasserkanäle a b und c d, sie gelangen in den Kanälen P und Q bis an die Hinterwand des Kessels und stehen dort durch die schräg laufenden Röhren a b e f und c d h g mit den unteren Feuerzügen C und E in Verbindung. Aus diesen Zügen steigt der Rauch an der Vorderwand des Kessels in Röhren empor, welche die Verbindung mit den Zügen D, F herstellen. Durch diese Züge wird der Rauch noch einmal an das hintere Ende des Kessels geleitet, wo die erwähnten Züge sich in die Schornsteinröhre S einmünden, welche in der mittlern Breite der Haube eines einzelnen Kessels angebracht ist, oder (wie die

Figur zur Hälfte zeigt) welcher zwischen den Hauben von zwei vereinigten oder neben einander stehenden Kesseln aufgeführt ist.

Die gleichmäßigste und wirksamste Erwärmung erlangt man durch vier Heerde A, B, C, D Fig. 167, welche im Kessel in der ganzen Breite desselben angebracht werden, wobei zugleich im kleinsten Raume die größte Erwärmungsoberfläche entsteht. Je zwei und zwei dieser Heerde müssen ihren Rauch in einen horizontalen, über ihnen liegenden Feuerzug F, G senden; aus diesen Zügen kann der Rauch am Vorderende des Kessels in die Schornsteinröhre S emporsteigen, oder man kann ihn auch noch durch einen dritten Feuerzug H, welcher vorn mit den Zügen F, G communicirt, nach hinten und dann in den Schornstein leiten. Dieser dritte Feuerzug wird nur dann angebracht, wenn die übrigen zusammengenommen keine hinlängliche Erwärmungsoberfläche darbieten. Um die Stärke und Dauerhaftigkeit zu vermehren, und um das Reinigen zu erleichtern, sind die unteren und oberen Wände der Feuerzüge hier etwas gewölbt dargestellt.

Kessel von einem kleinen Caliber können mit nur zwei Heerden eben so eingerichet werden; und bei hinlänglichem Raume in der Richtung der Länge kann dieselbe Einrichtung mit zwei Heerden auch für einen Kessel oder für zwei neben einander stehende Kessel von einem großen Caliber benutzt werden.

Man kann in demselben Kessel auch horizontale Feuerzüge mit vertikalen verbinden, so daß die Wärme dem Wasser sehr gleichmäßig mitgetheilt wird. Diese Einrichtung kann besonders für den Fall dienen, daß der Kessel, obschon mit zwei Heerden versehen, nur eine geringe Breite bekommen kann. Eine Skizze desselben ist im Durchschnitt in Fig. 168 gegeben. A und B sind die Heerde, deren

Rauch in die stehenden Seitenzüge C und D übertritt (nach der früher erklärten, gewöhnlichen Einrichtung sind zwei stehende Feuerzüge an der Seite jedes Heerdes); diese Seitenzüge communiciren vorn mit den horizontalen, platten Kanälen E, F, aus welchen der Rauch alsdann am hintern Ende des Kessels in das Schornsteinrohr S emporsteigt. Wenn jedoch die Feuerzüge E, F am Boden des Kessels, d. i. unter den Heerden A, B angebracht sind, so wird die Dampferzeugung weniger behindert seyn, d. h. freier und rascher stattfinden, sobald der Zug des Feuers nicht geschwächt wird. Diese Construction der Kessel ist nicht sehr complicirt, wenigstens eben so einfach, als diejenige der gewöhnlichen Kessel; die Kessel werden offenbar kleiner und bekommen deshalb größere Stärke, aber ihre Höhe wird auch größer und die Reinigung derselben mit mehr Schwierigkeit verbunden.

Man kann die wagenförmigen Kessel noch auf andere Art mit inneren Heerden und Feuerzügen, die einen rechtwinkligen Durchschnitt haben, einrichten, indessen wird die Betrachtung der erklärten Einrichtungen (welche zugleich die einfachsten und zweckmäßigsten sind) hinlängliche Gründe an die Hand geben, um den Werth oder Unwerth anderer Einrichtungen zu beurtheilen.

2) Wagenförmige Dampfkessel mit inneren Heerden und Feuerzügen, deren Durchschnitt rund oder oval ist, können auch auf verschiedene Weise eingerichtet werden. Indessen fällt hier der Unterschied von vertikalen und horizontalen Feuerzügen weg, besonders, wenn letztere einen runden Durchschnitt haben, der sowohl der Stärke, als auch der leichtern Construction halber den Vorzug verdient. Die besonderen Vortheile und Nachtheile, welche mit dieser Art von Kesseln in Vergleichung mit denen,

welche rechtwinklige Heerde und Feuerzüge haben, verbunden sind, haben wir oben bereits angeführt. Man kann im Allgemeinen annehmen, daß sie bei Mangel an Raum in der Höhe jedoch bei hinlänglichem Raume in der Richtung der Länge sehr gut dem Zweck entsprechen können und dauerhafter sind, als die Kessel von den oben erklärten Einrichtungen; aber in einem kleinern Raume sind die Kessel mit rechtwinkligen Heerden und Feuerzügen vorzüglicher, weil diese bei weniger großen Dimensionen ein größeres Caliber bekommen können und eine bessere Erwärmung der Wassermasse gestatten; sie sind dann auch mehr ersparend.

Die Figg. 169 bis 171 können zur hinlänglichen Erläuterung einiger Einrichtungen der erwähnten Art von Kesseln dienen.

Fig. 169 gibt einen Aufriß eines kleinen, jedoch langen wagenförmigen Dampfkessels mit geradlinigen Wänden und einer etwas gewölbten Haube von vorn gesehen. In diesem Kessel befinden sich zwei Heerde und ein Feuerzug. A und B sind die horizontalen cylindrischen Kanäle, in deren vordern Theile die Feuerräume angebracht sind. Die Flamme und der Rauch, oder der heiße Rauch allein begibt sich aus beiden in den cylindrischen Feuerzug C, welcher am vordern Ende des Kessels durch eine vertikale Röhre mit dem Schornsteinrohr S in Verbindung steht. Man kann über jeden der Heerde A und B einen Feuerzug bringen und diese beiden Züge am vordern Ende des Kessels mit dem Schornsteinrohre communiciren lassen, und dabei besteht der Vortheil, daß man eine größere Erwärmungsoberfläche bekommt, oder daß, wenn die Erwärmungsoberflächen sich gleich sind, der Kessel eine geringere Länge zu haben braucht, denn zwei Kanäle von dem halben Durchschnitte haben zusammengenommen einen

größern Umfang, als ein einziger Kanal von einem doppelten Durchschnitte.

Man kann die Feuerzüge auch zur Seite der Heerde anbringen, damit die Höhe des Kessels geringer werde und das Emporsteigen des Dampfes kein Hinderniß finde. Dieses ist in zwei Aufrissen, von vorn und von der Seite gesehen, Fig. 170 Nr. 1 und 2 dargestellt. A und B sind wiederum die Heerde, C und D die Aschenräume. Hinter den Heerden laufen zwei cylindrische Kanäle ab, cd, welche von dem hintern Ende des Kessels nach vorn geleitet sind und also die horizontalen Seitenfeuerzüge E, F bilden. S ist das Schornsteinrohr, nahe am vordern Ende des Kessels befindlich, in welches der Rauch aus den Kanälen E, F durch die schrägen Röhren H, G emporsteigt. So weit die Heerde sich erstrecken, ist der Kessel vorn breiter; die Haube ist daselbst auch höher und enthält den eigentlichen Dampfraum u. s. w.

Bei Kesseln von großem Caliber, und wenn die Anbringung des Schornsteinrohres am hintern Ende des Kessels bequemer ist, kann der Rauch aus den Feuerzügen E, F in einem einzelnen horizontalen cylindrischen Kanale, oder in zwei besonderen Kanälen I, K Fig. 171, die über den Feuerzügen A, B des Heerdes liegen (doch zugleich so viel, wie möglich an den Kesselwänden, um das Emporsteigen des Dampfes von den Punkten über den Feuerzügen des Heerdes am wenigsten zu behindern) und am hintern Ende des Kessels in das Schornsteinrohr S sich einmünden, wieder nach hinten geleitet werden.

Wie ein Kessel mit 3 und mehr an einander liegenden Heerden von einer runden Form und mit cylindrischen Feuerzügen communicirend, eingerichtet

werden müsse, kann man nun ohne weitere Erklärungen wohl leicht begreifen.

146) Kastenförmige Dampfkessel. Unter kastenförmigen Kesseln werden hier speziell solche Kessel verstanden, deren Wände, Boden, Hauben, Heerde, Feuerzüge u. s. w. ganz geradlinig sind. Zur Zusammensetzung dieser Kessel sind deshalb blos geradlinige eiserne oder kupferne Platten erforderlich. Man begreift, daß sie eben so, wie die wagenförmigen Kessel (von denen sie gewissermaßen eine Varietät ausmachen) eingerichtet seyn können. Man kann sie einmauern und von unten heizen, oder man kann sie inwendig heizen und ganz auf sich selbst stehen lassen, wie es bei den Dampfbootkesseln der Fall ist. Bei mittelmäßigen Dimensionen gestatten sie viel besser, als die gewöhnlichen wagenförmigen Dampfkessel, eine Einrichtung, um für Dampfmaschinen von hohem Druck benutzt werden zu können und um bei einem sehr kleinen Umfange die Feuerwärme in horizontalen Feuerzügen zum größten Theil von unten zu empfangen. Sie erfordern dann auch, verglichen mit cylindrischen Kesseln, wenig Brennstoff.

Wegen der großen Uebereinstimmung vieler kastenförmiger Kessel mit den oben beschriebenen Dampfbootkesseln von horizontalen, oder vertikalen Feuerzügen wird eine Beschreibung der verschiedenen oder möglichen Einrichtungen derselben hier unnöthig. Eine sehr zweckmäßige Einrichtung eines kastenförmigen Dampfkessels von hohem Druck mit innerem Heerd und horizontalen Feuerzügen verdient jedoch gekannt und der Hauptsache nach beschrieben zu werden.

Fig. 172 Nr. 1 ist ein Aufriß von vorn gesehen; Fig. 172 Nr. 2 ist ein vertikaler Durchschnitt durch die Mitte der Länge und Fig. 172 Nr. 3 ist ein vertikaler Durchschnitt durch die Mitte der Breite

des erwähnten kastenförmigen Kessels. Dieselben Buchstaben bezeichnen in jeder dieser Figuren dieselben Theile.

ABCD kastenförmiger Dampfkessel, dessen Böden und Wände aus rechtwinkligen, sehr flachen Wasserkammern HA, HG, ET, TQ, QO, OD, DC, CP, PR, RU, UF, FI, IB (Fig. 172 Nr. 2) AB, BP, CD, DQE u. s. w. (Fig. 173 Nr. 3) bestehen, welche blos mit Nuthen auf einander gesetzt und an einander geschlossen sind, so daß sie bequem sich aus einander nehmen lassen. Diese Kammern, welche bereits selbst einen Theil des Kessels ausmachen, schließen einen Raum ein, in welchem sich der Heerd und die Feuerkanäle befinden, und in welchem deshalb geheizt wird, um hochdrückenden Dampf zu erzeugen. Die erwähnten flachen Kammern sind ganz und gar mit Wasser gefüllt und communiciren mit einander, damit das Wasser in ihnen circuliren könne durch von außen angebrachte kupferne Röhren, wie nachher erklärt werden soll. Die ebenen Wände dieser Kammern bestehen aus schweren gewalzten Platten, deren Abstand nur 5 oder 6 niederländische Zolle beträgt. Wegen dieses geringen Abstandes sind die Tafeln an den Ecken nicht über einander genietet, oder auf sogenannte Winkelbänder genagelt, sondern sie sind auf flachen eisernen Stäben zusammengenietet. Aus der Betrachtung der Fig. wird man sich von dieser Verbindung eine Vorstellung machen können und es sind zum Ueberfluß an einigen Kammern die eben genannten Stäbe mit den Buchstaben y, z bezeichnet.

K der Aschenraum. L der Heerdrost von derselben Länge und Breite als der Kessel im Lichten (diese Länge überschreitet dann auch keine zwei Ellen). M Mündung des Heizloches mit der Heerdthür.

EFG horizontale Kammer, welche unmittelbar über dem Heerde liegt und als Dampfkessel dient. Sie wird an drei Seiten von den untersten vertikalen Wasserkammern oder Kesselwänden AHC, BI getragen. Von der stehenden Hinterwand BUP des Kessels hat sie einen hinlänglichen Abstand, so daß die Flamme sich hinter dieselbe begeben oder Durchzug finden kann. Vorn hat sie eine Mündung N, um gereinigt werden zu können, und ihre zwei Bänder, obgleich die Platten zwei niederländische Zoll dick seyn können, werden dennoch der vollkommenen Sicherheit halber durch drei Reihen stehender Anker oder Schraubbolzen vw, vw u. s. w. zusammengehalten.

Diese Kammer ist beinahe halb voll Wasser, und dieses Wasser steht nicht viel höher, als zwei Palmen über dem Boden, so daß es in einer sehr kurzen Zeit ins Kochen gebracht werden kann. Ueber diesem Wasser ist der Raum, in welchem der Dampf erzeugt wird. Eine gebogene Röhre YX, welche durch eine Oeffnung in der linken Seitenwand läuft, leitet diesen Dampf in den verschlossenen Cylinder Z außerhalb des Kessels, wo sich der Dampf ansammelt, um der Maschine zugeführt zu werden. Dieses geschieht z. B. durch eine horizontale Röhre bei k (an der entgegengesetzten Seite von X) die mit dem obern Ende des Cylinders Z verbunden ist und in der Nähe dieses Cylinders eine kurze Büchse m trägt, in welcher das Sicherheitsventil für den Maschinenaufseher enthalten ist. Die Spindel dieses Ventiles ist niederwärts gerichtet und läuft durch die untere Wand des Dampfrohres, um mit einem belasteten Hebel verbunden werden zu können. Aus dem Deckel der Büchse dieses Sicherheitsventiles läuft eine Röhre l nach außen, durch welche der Dampf entweicht. Eine andere Büchse f, die mit

dem Cylinder Z durch die Röhre de in Verbindung steht, enthält das verschlossene und am meisten belastete Sicherheitsventil. Zwei Gehänge gg tragen die Last dieser Büchse, die man aber auch von unten unterstützen kann. Aus dem Boden des Cylinders Z läuft ein mit Hahn verschlossenes Röhrchen, um das Wasser, welches durch Abkühlung und starke Ausströmung des Dampfes entstanden ist, abzuführen; es kann aber auch eine Röhre hi, welche mit der untersten stehenden Wasserkammer AH communicirt, dazu dienen, dem genannten Wasser durch den Druck des Dampfes einen Ausweg zu verschaffen, indem diese Kammer wiederum communiciren kann mit den anderen Wasserkammern und mit der Kammer EFG, in welcher der Dampf erzeugt wird. Endlich sind a, b und c die Probirhähne für Wasser und Dampf, indem nämlich der oberste für den Dampf, der unterste für das Wasser und der mittelste zur Erkennung des Wasserspiegels angebracht sind.

Ueber der flachen Kammer EFG liegen drei oder mehrere (mehrere nämlich, wenn die Erwärmungsoberfläche nicht erlangt werden kann mit zwei oder drei Kammern) flache Kammern TU, QR, OP, CD von derselben Länge und Breite, wie die Kammer EFG, jedoch von einer Höhe, die nicht viel größer ist, als die Weite der Kammern, welche die Wände des Kessels bilden. Sie sind eben so zusammengesetzt, wie die letzt genannten Kammern, von welchen sie in Nuthen, oder auf den Kanten der Platten, wie auf Leisten getragen werden. Aus der Fig. ist der Stand dieser Kammern vollkommen ersichtlich; sie sind ganz und gar mit Wasser gefüllt, und Flamme und Rauch müssen (wie durch die Pfeilchen angegeben worden) unter den Böden dieser Kammern sich hinziehen, bevor sie in das Schornsteinrohr S steigen können; sie haben abwechselnd

ein wenig nach vorn und nach hinten Gefäll, um den Zug des Feuers zu befördern. Alle diese Kammern stehen durch Röhren V, V, V, V, die in einer Ebene liegen und durch die Mitte der Breite der Kammern laufen, mit einander in Verbindung (siehe Fig. 172 Nr. 2, wo der Stand dieser Röhren durch die Linien a′, a′, a′ angegeben ist); diese Röhren sind ferner gekrümmt, damit sie sich in der Hitze des Feuers ungehindert ausdehnen können, ohne die Wasserkammern im Geringsten aus ihrer Lage zu bringen, oder nachtheilig zu drücken.

Aus der Fig. ist ersichtlich, daß die oberen Enden dieser Röhren ganz und gar durch die Wasserkammern laufen und über denselben mit Kappen oder umgekehrten Büchsen W, W, W, W bedeckt sind. Diese Einrichtung hat den Zweck, die Kammern beständig voll Wasser zu halten. Denn einmal angenommen, daß mittelst einer Druckpumpe in die oberste Kammer CD Wasser gepumpt werde, so kann dieses Wasser nicht eher durch die Röhre V in die darunter liegende Kammer OP übergeführt werden, als bis die Kammer CD gefüllt ist und das Wasser bis zur Oberfläche der Kappe W reicht. Dieses muß eben so mit der untersten Wasserkammer der Fall seyn.

Da in der untersten oder höhern Kammer EFG der Dampf unmittelbar erzeugt wird, so können die darüber gelegenen Wasserkammern zu dieser Wirkung nur in sofern beitragen, als das Wasser aus denselben in den Kessel EFG übergeführt wird und, indem es als Speisewasser dient, eine bereits ansehnliche Temperatur hat, daß aber aus diesem Grunde nur noch eine geringe Quantität Wärme erfordert wird, um dieses Wasser in Dampf von der nöthigen Spannung überzuführen; aber dieser Uebergang

findet auch nur allein in der untersten Kammer oder in dem eigentlichen Kessel EFG statt.

Die Kammern, welche die Wände des Kessels bilden, werden durch die Flamme und den Rauch des Heerdes mit erwärmt, und von dieser Wärme wird ebenfalls zur Erhöhung der Temperatur des Speisewassers ein nützlicher Gebrauch gemacht.

Das Speisewasser wird nämlich in die untersten Kammern der Hinterwand oder der Seitenwände gepumpt; aus diesen Kammern geht es in andere Kammern der Wände über, die eine größere Hitze des Feuers empfangen, so daß dasselbe nach und nach eine höhere Temperatur annehmen muß. Aus den letzten Kammern der Wände geht das Wasser endlich in die oberste horizontale Wasserkammer CD über und aus dieser in die Kammern OP, RQ, TU und in den Kessel EFG, wie oben bereits angegeben worden ist. Der Uebergang des Wassers aus der einen Kammer in die andere geschieht durch längere oder kürzere kupferne Röhren, welche die Communication zwischen den verschiedenen Kammern herstellen. Von diesen Röhren sind blos einige bei nop, qrs, tu Fig. 172 Nr. 1 abgezeichnet, um das so eben Gesagte zu erläutern; aber es wird nicht schwierig seyn, sich die Stellung der andern Röhren deutlich vorzustellen *).

147) Nach dieser Beschreibung wird es niemand bezweifeln, daß unter allen möglichen Ein-

*) Die Einrichtung des beschriebenen kastenförmigen Kessels ist hier ganz nach derjenigen seines deutschen Erfinders, Namens Uthe. Im königlichen Artilleriebaumagazin zu Delft ist dieser Kessel zu sehen; er versorgt eine gewöhnliche Dampfmaschine von wenigstens 18 Pferdekräften mit hochdrückendem Dampf und hat nur eine Länge, Breite und Höhe im Dunkeln von 1,85; 1; und 2,65 Ellen.

richtungen kastenförmiger Kessel mit horizontalen Feuerzügen die eben beschriebene die zweckmäßigste sey, was die Erwärmungsart anlangt. Man kann annehmen

1) daß, weil sich der Heerd über die ganze Länge und Breite des Kessels ausdehnt, jeder Punkt der eigentlichen Bodenoberfläche bis zu demselben Grad erwärmt werde.

2) Die verschiedenen Wasserkammern, die von unten erwärmt werden, empfangen die Wärme ebenfalls sehr gleichmäßig.

3) Keine Wärme wird seitlich mitgetheilt, um das Wasser in Dampf überzuführen, sondern um demselben zur Speisung des Kessels eine allmählig zunehmende Temperatur zu geben, und endlich wird dasselbe beinahe von der Wärme des Dampfes in den Kessel gepumpt.

4) Das Wasser wird ferner binnen einer sehr kurzen Zeit in Dampf verwandelt, wozu folglich sehr wenig Brennstoff nöthig ist.

5) Endlich nimmt der Kessel den kleinst möglichen Raum ein, und wegen der geringen Länge der horizontalen Feuerzüge behält der Rauch im Schornsteine, nachdem er so viel Wärme abgegeben hat, als nöthig ist, noch eine sehr hohe Temperatur, um einen starken Zug des Feuers zu bewirken, wozu die Feuerzüge (die nicht um den Kessel herumlaufen, sondern emporsteigen) auch die vortheilhafteste Richtung haben.

Dennoch hat dieser Kessel vor allen andern Kesseln mit horizontalen Feuerzügen den Fehler, daß er vielfachen Reparaturen und Revisionen unterworfen ist, was eine Folge seiner schwierigen Zusammensetzung und des sehr geringen und wohl zu geringen Wasser- und Dampfraumes, so wie der sehr geringen Höhe der horizontalen Wasserkam-

mern und der Schwierigkeit, oder vielmehr der Unmöglichkeit ist, die verschiedenen Röhren, durch welche die Communication der Kammern stattfindet, vollkommen geschlossen, d. h. ohne die geringsten Oeffnungen zu erhalten. Aus diesen Gründen hat man diese Kessel für einen anhaltenden Dienst weniger vortheilhaft erfunden.

Man könnte auch noch bemerken:

1) Daß die Einrichtung der Kammer oder des eigentlichen Kessels EFG zweckmäßiger seyn würde, wenn die oberen und unteren Wände mit Wasserkammern bedeckt wären, weil diese Wände an der einen Seite mit der Flamme und an der andern mit dem Dampfe in Berührung stehen und dadurch viel zu leiden haben, oder zum wenigsten bei der bestehenden Einrichtung eher consumirt, oder beschädigt werden dürften, als bei der vorgeschlagenen Einrichtung.

2) Daß man beinahe keine Gelegenheit hat, die Wasserkammern zu reinigen, außer durch die kleinen Oeffnungen, durch welche das Wasser eintritt und austritt.

Auf die erste Bemerkung dient: daß die Umgebung der Dampfkammer mit Wasserkammern die Dauer des Kessels immer befördern muß; aber wenn die Platten, welche die obere und hintere Wand dieser Kammer bilden, eine große Dicke haben, so wird die vermeintliche Cousumtion oder Schwächung nur sehr langsam, oder in einem geringen Grade fortschreiten können, weil die Platten Wärme von oben und von der Seite empfangen und darum dieselbe schwierig aufnehmen und behalten; auch sind sie nicht ein einzigesmal von Wasser entblößt, welches durch die Bewegung des Kochens unaufhörlich gegen dieselben ansprützen muß.

So, wie ferner in der zweiten Bemerkung angegeben ist, muß das Reinigen der Wasserkammern beinahe unmöglich seyn, wenn man in dieselben nicht die eine, oder die andere Substanz bringt, um die Verhärtung des Niederschlages zu verhindern. Die Schwierigkeit der gehörigen Reinigung der Kammern kann Beschädigung herbeiführen; aber in jedem Falle ist dieses nicht der wichtigste Mangel der Einrichtung, weil das Reinigen der Wasserkammern nur nach sehr langem Zeitverlaufe zu geschehen braucht, indem in denselben kein Wasser verdampft wird.

Wollte man dieselbe Erwärmungsweise anwenden, so würde es besser seyn, den Wasserkammern eine große Höhe zu geben und die Platten nicht auf Stäbe zu nieten, sondern um einander, oder auf Winkelbänder. Man müßte dann ebenfalls die Kammer EFG erhöhen, um den Wasser- und Dampfraum zu vergrößern, und man könnte diese Kammer ganz und gar mit Wasserschichten umgeben.

Besser noch würde es seyn, der Kammer EFG die Gestalt eines kleinen cylindrischen Kessels zu geben, oder diejenige eines kleinen wagenförmigen Dampfkessels mit geradlinigen Wänden und einer halbcylindrischen Haube, welche entweder mit einem Aschenüberzuge, oder mit einem Gewölbe überdeckt, oder mit einem beinahe eben so großen halben Cylinder umgeben wird, so daß der Zwischenraum mit Wasser gefüllt bleiben könnte. Der Boden könnte auch einige Wölbung haben. Statt über diesen Dampfkessel geradlinige Wasserkammern zu bringen, sollte nur eine einzige Reihe von 3 oder mehr langen cylindrischen Röhren über denselben gelegt werden dürfen. Diese dicht an einander geschlossenen Röhren könnten in derselben horizontalen Ebene liegen, oder besser noch in einer Cylinderfläche, indem sie mit der darunter liegenden Kesselhaube parallel

Rauch in die stehenden Seitenzüge C und D übertritt (nach der früher erklärten, gewöhnlichen Einrichtung sind zwei stehende Feuerzüge an der Seite jedes Heerdes); diese Seitenzüge communiciren vorn mit den horizontalen, platten Kanälen E, F, aus welchen der Rauch alsdann am hintern Ende des Kessels in das Schornsteinrohr S emporsteigt. Wenn jedoch die Feuerzüge E, F am Boden des Kessels, d. i. unter den Heerden A, B angebracht sind, so wird die Dampferzeugung weniger behindert seyn, d. h. freier und rascher stattfinden, sobald der Zug des Feuers nicht geschwächt wird. Diese Construction der Kessel ist nicht sehr complicirt, wenigstens eben so einfach, als diejenige der gewöhnlichen Kessel; die Kessel werden offenbar kleiner und bekommen deshalb größere Stärke, aber ihre Höhe wird auch größer und die Reinigung derselben mit mehr Schwierigkeit verbunden.

Man kann die wagenförmigen Kessel noch auf andere Art mit inneren Heerden und Feuerzügen, die einen rechtwinkligen Durchschnitt haben, einrichten, indessen wird die Betrachtung der erklärten Einrichtungen (welche zugleich die einfachsten und zweckmäßigsten sind) hinlängliche Gründe an die Hand geben, um den Werth oder Unwerth anderer Einrichtungen zu beurtheilen.

2) Wagenförmige Dampfkessel mit inneren Heerden und Feuerzügen, deren Durchschnitt rund oder oval ist, können auch auf verschiedene Weise eingerichtet werden. Indessen fällt hier der Unterschied von vertikalen und horizontalen Feuerzügen weg, besonders, wenn letztere einen runden Durchschnitt haben, der sowohl der Stärke, als auch der leichtern Construction halber den Vorzug verdient. Die besonderen Vortheile und Nachtheile, welche mit dieser Art von Kesseln in Vergleichung mit denen,

Figur zur Hälfte zeigt) welcher zwischen den Hauben von zwei vereinigten oder neben einander stehenden Kesseln aufgeführt ist.

Die gleichmäßigste und wirksamste Erwärmung erlangt man durch vier Heerde A, B, C, D Fig. 167, welche im Kessel in der ganzen Breite desselben angebracht werden, wobei zugleich im kleinsten Raume die größte Erwärmungsoberfläche entsteht. Je zwei und zwei dieser Heerde müssen ihren Rauch in einen horizontalen, über ihnen liegenden Feuerzug F, G senden; aus diesen Zügen kann der Rauch am Vorderende des Kessels in die Schornsteinröhre S emporsteigen, oder man kann ihn auch noch durch einen dritten Feuerzug H, welcher vorn mit den Zügen F, G communicirt, nach hinten und dann in den Schornstein leiten. Dieser dritte Feuerzug wird nur dann angebracht, wenn die übrigen zusammengenommen keine hinlängliche Erwärmungsoberfläche darbieten. Um die Stärke und Dauerhaftigkeit zu vermehren, und um das Reinigen zu erleichtern, sind die unteren und oberen Wände der Feuerzüge hier etwas gewölbt dargestellt.

Kessel von einem kleinen Caliber können mit nur zwei Heerden eben so eingerichet werden; und bei hinlänglichem Raume in der Richtung der Länge kann dieselbe Einrichtung mit zwei Heerden auch für einen Kessel oder für zwei neben einander stehende Kessel von einem großen Caliber benutzt werden.

Man kann in demselben Kessel auch horizontale Feuerzüge mit vertikalen verbinden, so daß die Wärme dem Wasser sehr gleichmäßig mitgetheilt wird. Diese Einrichtung kann besonders für den Fall dienen, daß der Kessel, obschon mit zwei Heerden versehen, nur eine geringe Breite bekommen kann. Eine Skizze desselben ist im Durchschnitt in Fig. 168 gegeben. A und B sind die Heerde, deren

Rauch in die stehenden Seitenzüge C und D übertritt (nach der früher erklärten, gewöhnlichen Einrichtung sind zwei stehende Feuerzüge an der Seite jedes Heerdes); diese Seitenzüge communiciren vorn mit den horizontalen, platten Kanälen E, F, aus welchen der Rauch alsdann am hintern Ende des Kessels in das Schornsteinrohr S emporsteigt. Wenn jedoch die Feuerzüge E, F am Boden des Kessels, d. i. unter den Heerden A, B angebracht sind, so wird die Dampferzeugung weniger behindert seyn, d. h. freier und rascher stattfinden, sobald der Zug des Feuers nicht geschwächt wird. Diese Construction der Kessel ist nicht sehr complicirt, wenigstens eben so einfach, als diejenige der gewöhnlichen Kessel; die Kessel werden offenbar kleiner und bekommen deshalb größere Stärke, aber ihre Höhe wird auch größer und die Reinigung derselben mit mehr Schwierigkeit verbunden.

Man kann die wagenförmigen Kessel noch auf andere Art mit inneren Heerden und Feuerzügen, die einen rechtwinkligen Durchschnitt haben, einrichten, indessen wird die Betrachtung der erklärten Einrichtungen (welche zugleich die einfachsten und zweckmäßigsten sind) hinlängliche Gründe an die Hand geben, um den Werth oder Unwerth anderer Einrichtungen zu beurtheilen.

2) Wagenförmige Dampfkessel mit inneren Heerden und Feuerzügen, deren Durchschnitt rund oder oval ist, können auch auf verschiedene Weise eingerichtet werden. Indessen fällt hier der Unterschied von vertikalen und horizontalen Feuerzügen weg, besonders, wenn letztere einen runden Durchschnitt haben, der sowohl der Stärke, als auch der leichtern Construction halber den Vorzug verdient. Die besonderen Vortheile und Nachtheile, welche mit dieser Art von Kesseln in Vergleichung mit denen,

welche rechtwinklige Heerde und Feuerzüge haben, verbunden sind, haben wir oben bereits angeführt. Man kann im Allgemeinen annehmen, daß sie bei Mangel an Raum in der Höhe jedoch bei hinlänglichem Raume in der Richtung der Länge sehr gut dem Zweck entsprechen können und dauerhafter sind, als die Kessel von den oben erklärten Einrichtungen; aber in einem kleinern Raume sind die Kessel mit rechtwinkligen Heerden und Feuerzügen vorzüglicher, weil diese bei weniger großen Dimensionen ein größeres Caliber bekommen können und eine bessere Erwärmung der Wassermasse gestatten; sie sind dann auch mehr ersparend.

Die Figg. 169 bis 171 können zur hinlänglichen Erläuterung einiger Einrichtungen der erwähnten Art von Kesseln dienen.

Fig. 169 gibt einen Aufriß eines kleinen, jedoch langen wagenförmigen Dampfkessels mit geradlinigen Wänden und einer etwas gewölbten Haube von vorn gesehen. In diesem Kessel befinden sich zwei Heerde und ein Feuerzug. A und B sind die horizontalen cylindrischen Kanäle, in deren vordern Theile die Feuerräume angebracht sind. Die Flamme und der Rauch, oder der heiße Rauch allein begibt sich aus beiden in den cylindrischen Feuerzug C, welcher am vordern Ende des Kessels durch eine vertikale Röhre mit dem Schornsteinrohr S in Verbindung steht. Man kann über jeden der Heerde A und B einen Feuerzug bringen und diese beiden Züge am vordern Ende des Kessels mit dem Schornsteinrohre communiciren lassen, und dabei besteht der Vortheil, daß man eine größere Erwärmungsoberfläche bekommt, oder daß, wenn die Erwärmungsoberflächen sich gleich sind, der Kessel eine geringere Länge zu haben braucht, denn zwei Kanäle von dem halben Durchschnitte haben zusammengenommen einen

größern Umfang, als ein einziger Kanal von einem doppelten Durchschnitte.

Man kann die Feuerzüge auch zur Seite der Heerde anbringen, damit die Höhe des Kessels geringer werde und das Emporsteigen des Dampfes kein Hinderniß finde. Dieses ist in zwei Aufrissen, von vorn und von der Seite gesehen, Fig. 170 Nr. 1 und 2 dargestellt. A und B sind wiederum die Heerde, C und D die Aschenräume. Hinter den Heerden laufen zwei cylindrische Kanäle ab, cd, welche von dem hintern Ende des Kessels nach vorn geleitet sind und also die horizontalen Seitenfeuerzüge E, F bilden. S ist das Schornsteinrohr, nahe am vordern Ende des Kessels befindlich, in welches der Rauch aus den Kanälen E, F durch die schrägen Röhren H, G emporsteigt. So weit die Heerde sich erstrecken, ist der Kessel vorn breiter; die Haube ist daselbst auch höher und enthält den eigentlichen Dampfraum u. s. w.

Bei Kesseln von großem Caliber, und wenn die Anbringung des Schornsteinrohres am hintern Ende des Kessels bequemer ist, kann der Rauch aus den Feuerzügen E, F in einem einzelnen horizontalen cylindrischen Kanale, oder in zwei besonderen Kanälen I, K Fig. 171, die über den Feuerzügen A, B des Heerdes liegen (doch zugleich so viel, wie möglich an den Kesselwänden, um das Emporsteigen des Dampfes von den Punkten über den Feuerzügen des Heerdes am wenigsten zu behindern) und am hintern Ende des Kessels in das Schornsteinrohr S sich einmünden, wieder nach hinten geleitet werden.

Wie ein Kessel mit 3 und mehr an einander liegenden Heerden von einer runden Form und mit cylindrischen Feuerzügen communicirend, eingerichtet

werden müsse, kann man nun ohne weitere Erklärungen wohl leicht begreifen.

146) Kastenförmige Dampfkessel. Unter kastenförmigen Kesseln werden hier speziell solche Kessel verstanden, deren Wände, Boden, Hauben, Heerde, Feuerzüge u. s. w. ganz geradlinig sind. Zur Zusammensetzung dieser Kessel sind deshalb blos geradlinige eiserne oder kupferne Platten erforderlich. Man begreift, daß sie eben so, wie die wagenförmigen Kessel (von denen sie gewissermaßen eine Varietät ausmachen) eingerichtet seyn können. Man kann sie einmauern und von unten heizen, oder man kann sie inwendig heizen und ganz auf sich selbst stehen lassen, wie es bei den Dampfbootkesseln der Fall ist. Bei mittelmäßigen Dimensionen gestatten sie viel besser, als die gewöhnlichen wagenförmigen Dampfkessel, eine Einrichtung, um für Dampfmaschinen von hohem Druck benutzt werden zu können und um bei einem sehr kleinen Umfange die Feuerwärme in horizontalen Feuerzügen zum größten Theil von unten zu empfangen. Sie erfordern dann auch, verglichen mit cylindrischen Kesseln, wenig Brennstoff.

Wegen der großen Uebereinstimmung vieler kastenförmiger Kessel mit den oben beschriebenen Dampfbootkesseln von horizontalen, oder vertikalen Feuerzügen wird eine Beschreibung der verschiedenen oder möglichen Einrichtungen derselben hier unnöthig. Eine sehr zweckmäßige Einrichtung eines kastenförmigen Dampfkessels von hohem Druck mit innerem Heerd und horizontalen Feuerzügen verdient jedoch gekannt und der Hauptsache nach beschrieben zu werden.

Fig. 172 Nr. 1 ist ein Aufriß von vorn gesehen; Fig. 172 Nr. 2 ist ein vertikaler Durchschnitt durch die Mitte der Länge und Fig. 172 Nr. 3 ist ein vertikaler Durchschnitt durch die Mitte der Breite

des erwähnten kastenförmigen Kessels. Dieselben Buchstaben bezeichnen in jeder dieser Figuren dieselben Theile.

ABCD kastenförmiger Dampfkessel, dessen Böden und Wände aus rechtwinkligen, sehr flachen Wasserkammern HA, HG, ET, TQ, QO, OD, DC, CP, PR, RU, UF, FI, IB (Fig. 172 Nr. 2) AB, BP, CD, DQE u. s. w. (Fig. 173 Nr. 3) bestehen, welche blos mit Nuthen auf einander gesetzt und an einander geschlossen sind, so daß sie bequem sich aus einander nehmen lassen. Diese Kammern, welche bereits selbst einen Theil des Kessels ausmachen, schließen einen Raum ein, in welchem sich der Heerd und die Feuerkanäle befinden, und in welchem deshalb geheizt wird, um hochdrückenden Dampf zu erzeugen. Die erwähnten flachen Kammern sind ganz und gar mit Wasser gefüllt und communiciren mit einander, damit das Wasser in ihnen circuliren könne durch von außen angebrachte kupferne Röhren, wie nachher erklärt werden soll. Die ebenen Wände dieser Kammern bestehen aus schweren gewalzten Platten, deren Abstand nur 5 oder 6 niederländische Zolle beträgt. Wegen dieses geringen Abstandes sind die Tafeln an den Ecken nicht über einander genietet, oder auf sogenannte Winkelbänder genagelt, sondern sie sind auf flachen eisernen Stäben zusammengenietet. Aus der Betrachtung der Fig. wird man sich von dieser Verbindung eine Vorstellung machen können und es sind zum Ueberfluß an einigen Kammern die eben genannten Stäbe mit den Buchstaben y, z bezeichnet.

K der Aschenraum. L der Heerdrost von derselben Länge und Breite als der Kessel im Lichten (diese Länge überschreitet dann auch keine zwei Ellen). M Mündung des Heizloches mit der Heerdthür.

EFG horizontale Kammer, welche unmittelbar über dem Heerde liegt und als Dampfkessel dient. Sie wird an drei Seiten von den untersten vertikalen Wasserkammern oder Kesselwänden AHC, BI getragen. Von der stehenden Hinterwand BUP des Kessels hat sie einen hinlänglichen Abstand, so daß die Flamme sich hinter dieselbe begeben oder Durchzug finden kann. Vorn hat sie eine Mündung N, um gereinigt werden zu können, und ihre zwei Bänder, obgleich die Platten zwei niederländische Zoll dick seyn können, werden dennoch der vollkommenen Sicherheit halber durch drei Reihen stehender Anker oder Schraubbolzen vw, vw u. s. w. zusammengehalten.

Diese Kammer ist beinahe halb voll Wasser, und dieses Wasser steht nicht viel höher, als zwei Palmen über dem Boden, so daß es in einer sehr kurzen Zeit ins Kochen gebracht werden kann. Ueber diesem Wasser ist der Raum, in welchem der Dampf erzeugt wird. Eine gebogene Röhre YX, welche durch eine Oeffnung in der linken Seitenwand läuft, leitet diesen Dampf in den verschlossenen Cylinder Z außerhalb des Kessels, wo sich der Dampf ansammelt, um der Maschine zugeführt zu werden. Dieses geschieht z. B. durch eine horizontale Röhre bei k (an der entgegengesetzten Seite von X) die mit dem obern Ende des Cylinders Z verbunden ist und in der Nähe dieses Cylinders eine kurze Büchse m trägt, in welcher das Sicherheitsventil für den Maschinenaufseher enthalten ist. Die Spindel dieses Ventiles ist niederwärts gerichtet und läuft durch die untere Wand des Dampfrohres, um mit einem belasteten Hebel verbunden werden zu können. Aus dem Deckel der Büchse dieses Sicherheitsventiles läuft eine Röhre l nach außen, durch welche der Dampf entweicht. Eine andere Büchse f, die mit

dem Cylinder Z durch die Röhre de in Verbindung steht, enthält das verschlossene und am meisten belastete Sicherheitsventil. Zwei Gehänge gg tragen die Last dieser Büchse, die man aber auch von unten unterstützen kann. Aus dem Boden des Cylinders Z läuft ein mit Hahn verschlossenes Röhrchen, um das Wasser, welches durch Abkühlung und starke Ausströmung des Dampfes entstanden ist, abzuführen; es kann aber auch eine Röhre hi, welche mit der untersten stehenden Wasserkammer AH communicirt, dazu dienen, dem genannten Wasser durch den Druck des Dampfes einen Ausweg zu verschaffen, indem diese Kammer wiederum communiciren kann mit den anderen Wasserkammern und mit der Kammer EFG, in welcher der Dampf erzeugt wird. Endlich sind a, b und c die Probirhähne für Wasser und Dampf, indem nämlich der oberste für den Dampf, der unterste für das Wasser und der mittelste zur Erkennung des Wasserspiegels angebracht sind.

Ueber der flachen Kammer EFG liegen drei oder mehrere (mehrere nämlich, wenn die Erwärmungsoberfläche nicht erlangt werden kann mit zwei oder drei Kammern) flache Kammern TU, QR, OP, CD von derselben Länge und Breite, wie die Kammer EFG, jedoch von einer Höhe, die nicht viel größer ist, als die Weite der Kammern, welche die Wände des Kessels bilden. Sie sind eben so zusammengesetzt, wie die letzt genannten Kammern, von welchen sie in Nuthen, oder auf den Kanten der Platten, wie auf Leisten getragen werden. Aus der Fig. ist der Stand dieser Kammern vollkommen ersichtlich; sie sind ganz und gar mit Wasser gefüllt, und Flamme und Rauch müssen (wie durch die Pfeilchen angegeben worden) unter den Böden dieser Kammern sich hinziehen, bevor sie in das Schornsteinrohr S steigen können; sie haben abwechselnd

richtungen kastenförmiger Kessel mit horizontalen Feuerzügen die eben beschriebene die zweckmäßigste sey, was die Erwärmungsart anlangt. Man kann annehmen

1) daß, weil sich der Heerd über die ganze Länge und Breite des Kessels ausdehnt, jeder Punkt der eigentlichen Bodenoberfläche bis zu demselben Grad erwärmt werde.

2) Die verschiedenen Wasserkammern, die von unten erwärmt werden, empfangen die Wärme ebenfalls sehr gleichmäßig.

3) Keine Wärme wird seitlich mitgetheilt, um das Wasser in Dampf überzuführen, sondern um demselben zur Speisung des Kessels eine allmählig zunehmende Temperatur zu geben, und endlich wird dasselbe beinahe von der Wärme des Dampfes in den Kessel gepumpt.

4) Das Wasser wird ferner binnen einer sehr kurzen Zeit in Dampf verwandelt, wozu folglich sehr wenig Brennstoff nöthig ist.

5) Endlich nimmt der Kessel den kleinst möglichen Raum ein, und wegen der geringen Länge der horizontalen Feuerzüge behält der Rauch im Schornsteine, nachdem er so viel Wärme abgegeben hat, als nöthig ist, noch eine sehr hohe Temperatur, um einen starken Zug des Feuers zu bewirken, wozu die Feuerzüge (die nicht um den Kessel herumlaufen, sondern emporsteigen) auch die vortheilhafteste Richtung haben.

Dennoch hat dieser Kessel vor allen andern Kesseln mit horizontalen Feuerzügen den Fehler, daß er vielfachen Reparaturen und Revisionen unterworfen ist, was eine Folge seiner schwierigen Zusammensetzung und des sehr geringen und wohl zu geringen Wasser- und Dampfraumes, so wie der sehr geringen Höhe der horizontalen Wasserkam-

mern und der Schwierigkeit, oder vielmehr der Unmöglichkeit ist, die verschiedenen Röhren, durch welche die Communication der Kammern stattfindet, vollkommen geschlossen, d. h. ohne die geringsten Oeffnungen zu erhalten. Aus diesen Gründen hat man diese Kessel für einen anhaltenden Dienst weniger vortheilhaft erfunden.

Man könnte auch noch bemerken:

1) Daß die Einrichtung der Kammer oder des eigentlichen Kessels EFG zweckmäßiger seyn würde, wenn die oberen und unteren Wände mit Wasserkammern bedeckt wären, weil diese Wände an der einen Seite mit der Flamme und an der andern mit dem Dampfe in Berührung stehen und dadurch viel zu leiden haben, oder zum wenigsten bei der bestehenden Einrichtung eher consumirt, oder beschädigt werden dürften, als bei der vorgeschlagenen Einrichtung.

2) Daß man beinahe keine Gelegenheit hat, die Wasserkammern zu reinigen, außer durch die kleinen Oeffnungen, durch welche das Wasser eintritt und austritt.

Auf die erste Bemerkung dient: daß die Umgebung der Dampfkammer mit Wasserkammern die Dauer des Kessels immer befördern muß; aber wenn die Platten, welche die obere und hintere Wand dieser Kammer bilden, eine große Dicke haben, so wird die vermeintliche Consumtion oder Schwächung nur sehr langsam, oder in einem geringen Grade fortschreiten können, weil die Platten Wärme von oben und von der Seite empfangen und darum dieselbe schwierig aufnehmen und behalten; auch sind sie nicht ein einzigesmal von Wasser entblößt, welches durch die Bewegung des Kochens unaufhörlich gegen dieselben anspritzen muß.

müssen natürlich aus den vorderen und hinteren Mauern des Ofens hervortreten.

Ein Kessel von dieser gemischten Form ist nach einem ähnlichen Grundsatze, wie der oben beschriebene kastenförmige Kessel eingerichtet; bei seiner einfachern und dauerhaftern Zusammensetzung wird er nicht so leicht wandelbar werden und dennoch eben so gut ohne eine größere Consumtion von Brennstoff dem beabsichtigten Zweck entsprechen *).

B) Cylinderförmige Dampfkessel.

148) Man kann die cylinderförmigen Kessel unterscheiden in einfache, die aus einzelnen Cylindern bestehen, und in zusammengesetzte, welche aus der Vereinigung einiger Cylinder oder cylindrischer Röhren zusammengesetzt sind; bei beiden können die Cylinder horizontal oder vertikal gerichtet seyn, auswendig und inwendig geheizt werden ꝛc.

Aus den Vergleichungen, die bereits früher, besonders in den Art. 144 und 145 zwischen den gewöhnlichen wagenförmigen und cylindrischen Kesseln angestellt worden sind, hat man entnehmen können, daß die wagenförmigen Kessel vor den cylindrischen Kesseln wesentliche Vorzüge besitzen, wodurch sie den drei ersten in Art. 143 angeführten Erfordernissen besser entsprechen. Aber die kreisförmigen cylindrischen Kessel haben bei gleicher Metalldicke

*) Eine besondere Zeichnung eines auf diese Weise eingerichteten Kessels und Heerdes hat der Verfasser hier nicht für nöthig gehalten, weil bei einem guten Verständnisse der Einrichtungen früher beschriebener Kessel und Heerde die ganze Zusammensetzung aus der Beschreibung im Texte hinlänglich verstanden werden kann. Die Menge des Stoffs gestattet auch nicht, daß alle Punkte bis in ihre kleinsten Einzelnheiten entwickelt werden.

und Weite eine größere und gleichförmigere Stärke und sind von einfacherer Construction, als die wagenförmigen Kessel, wodurch dann die vierte und fünfte Bedingung (mit Ausnahme der Reinigung) ihnen bestimmter eigenthümlich ist. Zur Erzeugung des Dampfes von niederem Drucke haben die wagenförmigen Kessel vor den cylindrischen den Vorzug, aber wenn Dampf von hohem Drucke erzeugt werden muß, so ist man wohl genöthigt, die cylindrischen Kessel in den meisten Fällen vorzugsweise anzuwenden, weil dann eine große und gleichförmige Stärke eine der Hauptbedingungen seyn muß.

149) Einfache cylindrische Kessel.

a) Gewöhnliche horizontale cylinderförmige Kessel, die von außen geheizt werden. Die Form und Aufstellung derselben in einem gemauerten Ofen ist bereits früher angegeben worden. Sie können allein nach der Form ihrer Querdurchschnitte und derjenigen ihrer Enden oder Köpfe verschieden seyn. In diesem Sinne hat man kreisförmige cylindrische Kessel und ellipsenförmige cylindrische Kessel, und jeder andere Kessel, dessen Form im Querdurchschnitte krummlinig ist, gehört eigentlich auch zu den cylindrischen Kesseln, so daß selbst die wagenförmigen Dampfkessel mit gebogenen Böden und Wänden und mit gewölbten Hauben ebenso gut unter die cylinderförmigen Kessel gerechnet werden können. Wir handeln indessen hier blos von solchen cylindrischen Kesseln, deren Querdurchschnitt rund, oder oval ist. Die Enden oder Köpfe dieser Kessel können aus einer halben Kugel, oder aus einem halben Sphäroid bestehen; aus kugelförmigen Segmenten oder sphäroidischen Segmenten; aus abgestumpften Kegeln; und aus breitgedrückten Kreisen oder Ovalen.

sel genannt werden. Jedoch ist ihre Construction nicht schwieriger, als diejenige vieler einfacher cylindrischer Kessel. Sie ersetzen diese letztern mit Vortheil in sehr vielen Fällen, weil sie in demselben Raume eine verhältnißmäßig größere Erwärmungsoberfläche darbieten und außerdem mit keinen innern Feuerzügen, ferner auch nicht mit innern Oefen versehen zu werden brauchen, weil sie, aus Cylindern von einem kleinern Durchmesser bestehend, eine viel größere Stärke besitzen und deshalb zur Erzeugung von hochdrückendem Dampfe tauglicher sind, und weil sie von der Wirkung des Feuers, wegen einer großen Wassertracht, weniger nachtheilig afficirt werden und deshalb dauerhafter sind. Aber weil diese Kessel nicht von innen geheizt werden, oder geheizt werden können, müssen sie immer in einem besondern Ofen befestigt werden.

Unter die einfachsten der zusammengesetzten cylindrischen Dampfkessel gehört besonders der doppelte Woolf'sche Dampfkessel, welcher aus zwei über einander liegenden Kesseln B und D Fig. 183 von demselben Durchmesser besteht; der oberste ist auch zuweilen nicht so weit, als der unterste. Der unterste Cylinder B liegt über dem Heerde A, und es wird ziemlich die halbe untere Oberfläche desselben erwärmt; er ist ganz und gar mit Wasser gefüllt und steht durch 4 oder mehr kurze Röhren a a in Verbindung mit dem obersten Cylinder, in dessen Haube der Dampf sich sammelt. Die Flamme und der Rauch gelangen von dem Heerd unter den ersten Kessel, welcher von hinten nicht im Ofen festsitzt, sondern der Flamme und dem Rauch einen Weg auf seine obere Fläche und unter den obersten Kessel frei läßt. Hat der heiße Rauch das vordere Ende des obersten Kessels erreicht, so zieht er in zwei Strö

struction und der Unterhalt des Ofens schwieriger, weil der Zug des Feuers schwächer werden muß. Man kann auch die Flamme und den Rauch zugleich auf dem Kesselboden und auf die Wände wirken lassen, ohne denselben hernach noch in besondern Feuerzügen eine Wirkung anzuweisen; und bei dieser Einrichtung, welche für kleinere Kessel besser sich eignet, als für größere, wird die Construction des Ofens sehr einfach.

Fig. 173 gibt im Durchschnitte eine bildliche Darstellung der ersten Einrichtung. A der Rost des Heerdes, welcher bis auf eine gewisse Länge unter dem Kesselboden B sich fortsetzt, der hier sehr stark gewölbt ist. Vom hintern Ende des Heerdes treten Flamme und Rauch in den ersten Feuerzug CD, aus diesem in den zweiten Feuerzug EF und nachher steigt der Rauch in den Schornstein.

Der Kessel PQR ist nicht genau cylindrisch, sondern hat, da er oben weiter, als unten ist, die Gestalt eines umgekehrten abgestumpften Kegels. Bei dieser Form besitzt er eine größere Festigkeit im Ofen und empfängt auch die Wärme besser durch die Seitenwände.

Bei den verbesserten atmosphärischen Maschinen von Newcomen hat man Kessel von dieser Gestalt unter sehr großen Dimensionen und aus gußeisernen cylindrischen Segmenten zusammengesetzt, angewendet.

Wenn nur ein einziger Feuerzug um den Kessel läuft, ist die Einrichtung ganz so, wie bei wagenförmigen Kesseln. Auch kann man dem cylindrischen Kessel eine große sphärische Haube geben und ihn (Fig. 174) auf eine ähnliche Weise, wie die wagenförmigen Kessel (Fig. 146), zusammensetzen, um das Wasser auf einer größern Oberfläche zu erwärmen und gemauerte Feuerzüge zu vermeiden. Aber

unter dieser Form werden die Kessel schwächer, weniger dauerhaft und eignen sich schlecht für die Erzeugung von hochdrückendem Dampfe.

Fig. 175 Nr. 1 ist ein vertikaler Durchschnitt eines eingemauerten cylindrischen Kessels mit sphärischer Haube und ohne abgeschiedene Feuerzüge. Fig. 175 Nr. 2 ist der Grundriß des Heerdes und der Rauchzüge. Der Kessel ruht auf kurzen steinernen Sockeln oder Pfeilern a, zwischen welchen die Flamme des Heerdes durchstreichen kann. Bis an das Gewölbe A ist der Kessel ganz und gar von Flamme und Rauch umgeben. An zwei einander gegenüber liegenden Punkten BB befinden sich in dem genannten Gewölbe Oeffnungen, durch welche der Rauch längs dem Kessel in die Rauchzüge CCDD nach dem Schornsteine E entweichen kann. Bei dieser Einrichtung leistet das Gewölbe A den Dienst eines Schirmes, um die Hitze auf alle Punkte der Kesselwand so gleichmäßig wie möglich wirken zu lassen, und um Flamme und Rauch nicht zu schnell in den Schornstein ziehen zu lassen. Wegen dieser sehr gleichmäßigen und wirksamen Erwärmung ist diese Einrichtung sehr zweckdienlich, besonders für kleine Kessel, die ungefähr eine Elle weit und zwei Ellen hoch sind.

c) Cylindrische Kessel mit innern Feuerzügen. Ein horizontaler cylindrischer Kessel kann mit einem oder mit zwei innern Feuerzügen versehen werden, durch welche die Flamme und der Rauch streichen, nachdem sie ihren Weg unter dem Kesselboden hin genommen haben. Diese Einrichtung ist nicht verschieden von derjenigen der wagenförmigen Kessel mit innern Feuerzügen; da aber die cylindrischen Kessel ausschließlich zur Erzeugung von hochdrückendem Dampfe benutzt werden, so ist es nothwendig, daß die innern Feuerzüge eine ganz

kreisförmige und keine andere Gestalt bekommen. Cylindrische Kessel mit geradlinigen Enden und einen durchlaufenden, kreisförmigen, cylindrischen Feuerzuge, dessen Oberfläche unter der Mittellinie des Cylinders liegt, sind von einem vielfältigen Gebrauche; die äußern Feuerzüge haben nach dem Grundrisse von Fig. 162 die vortheilhafteste Richtung, um den Kessel gleichmäßig zu erwärmen.

Stehende cylindrische Kessel können auch einen oder mehrere innere Feuerzüge haben. Man kann sie z. B. so einrichten, daß die Flamme unter den Boden hinstreicht, durch eine Oeffnung in der Hinterwand in einen Feuerzug tritt, welcher im Kessel angebracht ist, und nachdem er einigemal auf und nieder, oder hin und her gegangen ist, ebenso wieder aus den Kessel tritt, um den Rauch in den Schornstein entweichen zu lassen. Oder man kann im Kessel ein Schlangenrohr befestigen, wie im Kühlgefäße der Brennblase und durch dieses Flamme und Rauch von unten nach oben sich verbreiten lassen, um von hier aus in den Schornstein zu gelangen. Diese Einrichtungen, welche nur mit einigem Erfolge bei kleinen Dimensionen anwendbar sind, geben jedoch ein schwierig zusammenzusetzendes, schwierig zu unterhaltendes und auch nicht starkes Ganzes; sie sind für stehende cylindrische Kessel zu mißbilligen, denen man, um in einen kleinem Raume eine große Erwärmungsoberfläche zu bekommen, lieber eine der folgenden Einrichtungen geben muß. —

1) Man bringe in den Dampfkessel A Fig. 176 einen zweiten kleinern Cylinder B, welcher durch einen flachen Kanal, oder durch mehrere runde Röhren a mit dem Heerde communicirt und ebenso bei b mit dem umlaufenden Feuerzuge, in welchem die Flamme, nachdem sie von dem Heerde C durch den

Cylinder D gestrichen ist, in zwei Strömen nach der Schornsteinröhre läuft.

2) Eine stärkere, einfachere und dauerhaftere Construction bekommt man jedoch bei der Einrichtung Fig. 177, indem man im cylindrischen Kessel A einen Cylinder B mit einem offenen Boden anbringt und diesen durch einen Kanal D mit dem umlaufenden Feuerzuge E in Gemeinschaft treten läßt. Auf diese Weise wird die Hitze sehr schnell und in großem Maaße dem Wasser mitgetheilt.

3) Um jedoch noch mehr Nutzen von der Feuerwärme zu ziehen, nämlich um den Rauch besser zu verbrennen und die Erwärmungsoberfläche zu vergrößern, ohne den Cylinder A zu erweitern, oder zu erhöhen, muß man den Cylinder B erweitern und in denselben einen dritten Cylinder G Fig. 176 bringen, welcher oben mit dem Kessel u. s. w. unmittelbar communicirt.

Eine einfachere Einrichtung innerer Feuerzüge kann man den stehenden cylindrischen Kesseln nicht wohl geben; aber trotz dieser Einfachheit der Einrichtung sind diese Kessel ebenso, wie die horizontalen Kessel, denselben Mängeln unterworfen, welche den wagenförmigen Kesseln mit innern Feuerzügen eigenthümlich sind.

d) Cylindrische Kessel mit innern Heerden. Von dieser Art von Kesseln, deren Anwendung allein von örtlichen Umständen abhängt, sind in der vorhergehenden Abtheilung Art. 109. bereits einige Formen erklärt. Man kann im Allgemeinen auf die Einrichtungen cylindrischer Kessel mit innern Oefen anwenden, was im Art. 145. von den wagenförmigen Kesseln mit innern cylindrischen Oefen und Feuerzügen gesagt worden ist. Zum Vortheil dieser Kessel kann noch bemerkt werden, daß sie weniger Platz einnehmen und leichter und stärker sind,

als die wagenförmigen Kessel mit innern cylindrischen Oefen und Feuerzügen.

Die einfachste Einrichtung hat man, wenn der hinter dem Heerde gelegene Feuerzug nicht zurückkehrt, sondern unmittelbar in das hinter dem Kessel befindliche Schornsteinrohr sich einmündet (vgl. Fig. 112 Taf. XI) und ohne daß sich in diesem Feuerzuge noch ein besonderer Wasserkanal befindet. Die Erwärmung erfolgt dann sehr gleichmäßig; aber die Erwärmungsoberfläche bleibt immer klein im Verhältnisse zur Länge des Kessels.

Nach dieser Einrichtung verdient eine andere Berücksichtigung, bei welcher der Heerd A Fig. 179 an der Wand in der einen vertikalen Hälfte des Cylinders sich befindet, und der Feuerzug B, welcher hinter dem Heerde liegt, vom hintern Ende des Kessels in der zweiten Hälfte desselben, nämlich in einer Art von zweitem Feuerzuge C zurückläuft und unmittelbar mit dem aufsteigenden Schornsteinrohre D communicirt, welches außerhalb des Kessels mit dem vordern Ende verbunden ist. Dieses ist auch die Einrichtung von einigen Dampfwagenkesseln, aber man kann mit ihr, ohne den Kessel sehr lang zu machen, keine große Erwärmungsoberfläche bekommen, denn in jedem Falle darf man nur höchstens $\frac{2}{3}$ der Oberfläche der cylindrischen Feuerzüge als Erwärmungsoberfläche betrachten. Die Erwärmung geschieht auch sehr ungleichmäßig.

Gleichmäßiger wird die ganze Wassermasse erwärmt, und eine größere Wärme empfangende Oberfläche entsteht, wenn der Heerd A und der dahinter gelegene Feuerzug B in der Mitte liegen und alsdann auf jeder Seite derselben die Feuerzüge C, D nach dem vordern Ende des Kessels laufen (Fig. 180), welche an diesem vordern Ende mit der Schornsteinröhre S communiciren; aber die Flamme und der

Rauch müssen dann in zwei Strömen zugleich durch die Züge C, D streichen. Dieses gibt einen viel bessern Effekt, als wenn der Schornstein auf das hintere Ende des Kessels gesetzt ist und Flamme nebst Rauch einen ganzen Umgang im Kessel zu machen haben (vergl. Fig. 111 Taf. XI). Manchmal bekleidet man die obere Wand des Heerdes A Fig. 180 mit einer Art von Gewölbe a b c aus guten feuerbeständigen Steinen und zwar für den Zweck, damit die Flamme, indem sie in den Feuerzug strömt, eine größere Hitze behalte, und der kurze Cylinder A dauerhafter bleibe. Die Hitze wird allerdings durch ein solches Gewölbe im Heerde mehr concentrirt, aber das Wasser über dem Heerde wird dann auch sehr schlecht erwärmt, und man verliert einen Theil der Wärme empfangenden Oberfläche. Die Theorie spricht nicht absolut zum Vortheil dieser Einrichtung, und auch die Erfahrung scheint wenig Positives in Bezug auf dieselbe entschieden zu haben.

Eine Vergrößerung der Erwärmungsoberfläche kann allein erlangt werden, wenn man Flamme und Rauch aus dem hintern Feuerzuge in viel kleineren cylindrischen Röhren wieder nach vorn zurückkehren läßt*); denn vier Röhren z. B. haben eine größere Oberfläche, als zwei Röhren, deren Gesammtdurchschnitte denen der vier erstern gleich sind. Häufig muß man jedoch mit einer größern Zahl zurücklau-

*) Man berücksichtige, daß man bei cylindrischen Kesseln, in sofern dieselben ausschließlich zur Erzeugung eines Dampfes von sehr hohem Drucke benutzt werden, darauf beschränkt ist, den Feuerzügen eine kreisförmig cylindrische Gestalt zu geben. Müßte dieses nicht berücksichtigt werden, so könnte man mit einer andern Gestalt der Feuerzüge eine größere Erwärmungsoberfläche herstellen, oder selbst zwei Heerde im Kessel anbringen. Die zwei Durchschnitte Fig. 181 dienen zur Erläuterung des Gesagten.

fender Feuerzüge den Durchmesser des Kessels vergrößern; ein Kessel mit vielen Feuerzügen wird aber auch immer weniger dauerhaft; der Dampf unter dem Boden der Feuerzüge steigt nicht ohne Behinderung empor; der Heerd hat einen schwächern Zug, und das Reinigen des ganzen Apparates wird schwieriger. Meistens muß man sich deshalb auf drei oder vier hinlänglich geräumige Feuerzüge beschränken, und für eine große Erwärmungsoberfläche entschließe man sich lieber, zwei Kessel anzuwenden.

Zwei oder mehrere cylindrische Dampfkessel, die ihren Rauch in einem gemeinschaftlichen Schornsteine aufsteigen lassen, können natürlich eine Einrichtung haben, die einer der oben erklärten gleich ist. Einfach und zweckmäßig ist diese Einrichtung, sobald keine zurückgehenden Feuerzüge in den Kesseln angebracht sind (Fig. 112 Taf. XI). Aber um von der Hitze des fortziehenden Rauches noch einen wesentlichen Nutzen zu haben, legt man manchmal über die beiden Cylinder A und B Fig. 182 noch einen dritten Cylinder C, in welchen der Rauch zurückkehrt, bevor er in die Schornsteinröhre D (nahe am vordern Ende des Kessels gelegen) entweicht. Dieser dritte Cylinder ist ganz mit Wasser gefüllt; er empfängt das Speisewasser, welches aus demselben durch die Röhren a b c d in die Kessel gepumpt wird. Wenn man die Schornsteinröhre bis zu einer hinlänglichen Höhe mit einem weitern Cylinder umgibt, so kann das Speisewasser in dem Raume zwischen der Röhre und dem Mantel auch hinlänglich erwärmt werden, ohne daß der dritte Cylinder C vorhanden zu seyn braucht, während dann auch bei dieser einfachern Construction das Feuer einen stärkern Zug bekommen muß.

Beim Gebrauche von drei Kesseln für zwei Maschinen lassen sich dieselben mit zwei auf dieselben

geschlagenen Platten zusammengesetzt werden muß, eine vollkommen kugelrunde Gestalt zu geben, und eine ganz gleichförmige Stärke ist deshalb nicht zu erlangen. Aber die ganz kugelrunden Kessel werden mit derselben Quantität von Brennstoff weniger gut erwärmt, als die wagenförmigen oder cylindrischen Kessel; sie nehmen die Wärme schwierig auf und bieten dem Feuer keine größtmögliche wärmeempfangende Oberfläche dar. Ihre Construction ist schwieriger, als die der cylindrischen Kessel. Aus diesen Gründen besitzen dann die kugelförmigen Kessel die meisten der Haupterfordernisse nicht, welche ein Dampfkessel haben muß; und der Gebrauch derselben ist dadurch auf die sehr wenigen Fälle beschränkt, daß ein Kessel bei sehr kleinen Dimensionen den kleinstmöglichen Raum einnehmen muß, oder daß man beabsichtigt, denselben an allen Punkten der Oberfläche mit der Flamme in Berührung zu bringen.

Man kann die kugelrunde Form mit der cylindrischen oder konischen verbinden. Dadurch bekommt man eine Form von Kesseln, welche viel Aehnlichkeit mit der Gestalt der vertikalen cylindrischen Kessel hat. Dergleichen Kessel müssen jedoch eher zu den kugelförmigen, als zu den vertikal cylindrischen gerechnet werden, weil sie weniger hoch oder tief sind.

Die Dampfkessel von niederem Drucke, welche früher angewendet wurden, und ganz besonders für die atmosphärischen Maschinen, besaßen diese Form. Wiewohl sie die Wärme unter dem ganzen Boden viel gleichmäßiger empfangen, als die wagenförmigen und cylindrischen Kessel, so sind sie dennoch aus den oben angegebenen Gründen (und weil sie für dasselbe Caliber natürlich eine viel größere Weite bedürfen und also weniger stark sind) viel weniger ersparend und als Dampfkessel unzweckmäßiger. Sie sind jetzt ganz außer Gebrauch, demungeachtet

Erwärmungsoberfläche verhältnißmäßig größer und das Ganze stärker oder dauerhafter ist.

Stehende cylindrische Kessel können auf verschiedene Weise mit innern Heerden und Feuerzügen versehen werden. Der Ofen kann unten in dem Kessel sich befinden und durch eine Seitenöffnung geheizt werden; die aufsteigende Flamme kann einen oder mehrere Umgänge im Kessel selbst machen und nachher durch eine Seitenröhre in den Schornstein gehen. Die Einrichtung kann auch so seyn, daß der Brennstoff von oben durch eine Oeffnung der Kesselhaube eingeworfen wird, die mit einer Drehklappe oder Scheibe verschlossen wird. Vom Heerde, welcher auf diese Weise mit Brennstoff gespeist wird, kann auch die Flamme niederwärts gehen, oder nach unten geleitet werden, so wie dieses für einen sphärischen Kessel mit innern Heerd in Art. 152 näher angegeben werden soll. Aber wie man die Einrichtung auch treffen möge, so ist es nicht wohl möglich, einen ebenso guten Effekt zu erlangen, als mit horizontalen Kesseln, die inwendig geheizt werden, weil hier der größte Theil der Wärme nur seitlich mitgetheilt werden kann. Darum muß man dann bei der Anwendung eines vertikal cylindrischen Kessels denselben mit einem horizontalen Kessel verbinden, durch welchen einige Feuerzüge laufen, um das Wasser auf einer größern Oberfläche ins Kochen zu bringen, oder um wenigstens das Speisewasser zu erwärmen (man vergl. zweite Abtheilung, sechstes Kap. §. VI. Art. 119.).

150) Zusammengesetzte cylindrische Kessel.

Cylindrische Kessel, welche aus der Vereinigung von zwei und mehrern Cylindern und cylindrischen Röhren bestehen, können zusammengesetzte cylindrische Kes-

oder cylindrischen Kessels AB. Alle diese Röhren communiciren mit dem Kessel AB durch kurze stehende Röhren a, b...h, welche aus ihrer Mitte in den Boden des Kessels sich einmünden. Die Enden der Siederöhren sind mit flachen Deckeln geschlossen, die abgenommen werden können, um die Röhren zu reinigen. Unter der Mitte des Kessels und zwischen den Röhren a, b...h, 1 bis 8 läuft, eine Scheidemauer EF, durch welche die Siederöhren gleichsam in zwei Hälften getheilt werden, und sowohl über, als unter den Siederöhren sind die Gewölbe ik, kl, lm, mn, op, pq, die auf einander dergestalt folgen, wie aus der Figur ersichtlich ist. Der Heerd D befindet sich nur an dieser Seite der Scheidewand. Die Flamme und der Rauch gehen, wegen der bestimmten Richtung der Gewölbe, abwechselnd über und unter die eine Hälfte der Siederöhren, welche sowohl von oben als von unten durch die Zurückwerfung der Wärme stark erhitzt werden; an dem hintern Ende des Ofens geht der heiße Rauch durch eine Oeffnung C der Mauer EF, um an der andern Seite derselben ebenso zwischen den Röhren durchzuströmen. Der Schornstein liegt deshalb an der andern Seite der mehr genannten Mauer dem Heerde D gegenüber.

Statt die Siederöhren unmittelbar mit dem Cylinder AB communiciren zu lassen, hat Woolf noch den Vorschlag gemacht, unter den Cylinder AB zwei lange Röhren zu legen, welche von oben mit diesem Cylinder und von unten mit den Siederöhren communiciren, und dieses für den Zweck, um die Dampferzeugung weniger zu verzögern, oder nicht durch die unaufhörliche, in Zwischenpausen stattfindende Einführung des Speisewassers zu unterbrechen.

Es ist nicht zu verkennen, daß die Einrichtung dieses Kessels sehr gut ausgedacht ist; er gewährt

große Stärke und eine große Heitzfläche in einem kleinen Raume. Man hat hier die totale Oberfläche der Siederöhren als Heitzfläche zu betrachten. Schwierig bleibt es jedoch, die Verbindungen der Communicationsröhren a, b . . . h auszubessern, wenn sie wandelbar werden, und der Ofen könnte besser eingerichtet seyn. Denn damit die Flamme und der Rauch erst an die eine Seite und dann an die andere Seite der Mauer EF strömen können, werden die Sieberöhren über ihre ganze Länge sehr ungleichmäßig erwärmt, und es würde deshalb viel besser seyn, an beiden Seiten der Mauer EF einen kleinen Heerd anzubringen und alsdann den Rauch und die Flamme über die Gewölbe i . . . n unter den Kesselboden und nach dem Schornsteine ziehen zu lassen. Wenn man die Gewölbe wegläßt, wie auch die Scheidewand, so wird die Construction des Ofens sehr einfach; die Flamme und der Rauch schlagen dann sowohl an die Siederöhren und an die Communicationsröhren, als an den Kesselboden; die Erwärmungsoberfläche ist dann die größtmögliche. Der Hauptzweck aber, den Woolf damit erreichen wollte, wurde jedoch hierbei vermißt, nämlich die Sieberöhren von allen Seiten aufs Stärkste zu erhitzen und dem Cylinder AB, zur bessern Erhaltung desselben, keine Feuerhitze mitzutheilen, wenigstens keine starke Hitze; denn es wird ihm nicht viel Schaden bringen (und zugleich die rasche Dampferzeugung befördern), wenn, wie wir angegeben haben, die heiße Luft und der Rauch unter seinen Boden, dann über die Gewölbe i . . . n und nach dem Schornsteine geleitet werden.

Sehr viele Dampfkessel, welche zur Erzeugung und Unterhaltung von sehr hochdrückendem Dampfe dienen sollen, werden nach dem Woolfschen Plane

geschlagenen Platten zusammengesetzt werden muß, eine vollkommen kugelrunde Gestalt zu geben, und eine ganz gleichförmige Stärke ist deshalb nicht zu erlangen. Aber die ganz kugelrunden Kessel werden mit derselben Quantität von Brennstoff weniger gut erwärmt, als die wagenförmigen oder cylindrischen Kessel; sie nehmen die Wärme schwierig auf und bieten dem Feuer keine größtmögliche wärmeempfangende Oberfläche dar. Ihre Construction ist schwieriger, als die der cylindrischen Kessel. Aus diesen Gründen besitzen dann die kugelförmigen Kessel die meisten der Haupterfordernisse nicht, welche ein Dampfkessel haben muß; und der Gebrauch derselben ist dadurch auf die sehr wenigen Fälle beschränkt, daß ein Kessel bei sehr kleinen Dimensionen den kleinstmöglichen Raum einnehmen muß, oder daß man beabsichtigt, denselben an allen Punkten der Oberfläche mit der Flamme in Berührung zu bringen.

Man kann die kugelrunde Form mit der cylindrischen oder konischen verbinden. Dadurch bekommt man eine Form von Kesseln, welche viel Aehnlichkeit mit der Gestalt der vertikalen cylindrischen Kessel hat. Dergleichen Kessel müssen jedoch eher zu den kugelförmigen, als zu den vertikal cylindrischen gerechnet werden, weil sie weniger hoch oder tief sind.

Die Dampfkessel von niederem Drucke, welche früher angewendet wurden, und ganz besonders für die atmosphärischen Maschinen, besaßen diese Form. Wiewohl sie die Wärme unter dem ganzen Boden viel gleichmäßiger empfangen, als die wagenförmigen und cylindrischen Kessel, so sind sie dennoch aus den oben angegebenen Gründen (und weil sie für dasselbe Caliber natürlich eine viel größere Weite bedürfen und also weniger stark sind) viel weniger ersparend und als Dampfkessel unzweckmäßiger. Sie sind jetzt ganz außer Gebrauch, demungeachtet

wird es aber von Nutzen seyn, die bestandenen, oder die noch bestehenden, oder einige mögliche Formen und Einrichtungen dieser Kessel und ihrer Oefen kennen zu lernen; und dazu mögen folgende Erläuterungen der Hauptsache nach dienen.

a) Kugelrunde und kugelförmige Kessel, die von außen geheizt werden.

Fig. 187 und 188. Durchschnitte von zwei kugelrunden Kesseln und von den Oefen, in welchen sie stehen. Diese beiden Kesseleinrichtungen sind denen ähnlich, die man an den Kesseln für die atmosphärischen Maschinen findet. Der Ofen des ersten Kessels ist so construirt, daß die Flamme und der Rauch des Heerdes A in den aufsteigenden Feuerzug BCD um die eine Seite des Kessels und nachher um die andere gegenüber liegende Seite durch den Feuerzug DE nach dem Schornsteine F sich begeben. Diese Zusammensetzung der Feuerzüge ist schwieriger und durch dieselbe werden die Kesselwände weniger gleichmäßig erwärmt, als durch diejenige Fig. 188, wo die Flamme in einem horizontalen Feuerzuge um den Kessel läuft, indem die Flamme, wenn der Schornstein D am vordern Ende des Ofens angebracht ist, an der Seite des Heerdes bei A in den Feuerzug steigen und von B durch C nach dem Schornsteine gelangen kann; oder (was besser ist) die Flamme und der Rauch können von dem hintern Ende des Heerds in den Feuerzug B übergehen und mittelst einer eisernen oder steinernen Scheidewand, in zwei gleichen Strömen, um die beiden Seiten des Kessels nach dem Schornsteine D ziehen. Diese Leitung der Feuerzüge stimmt deshalb mit derjenigen in den Oefen der wagenförmigen und cylindrischen Dampfkessel überein.

Die Kessel, welche nicht vollkommen kugelrund sind, dennoch aber, als zusammengesetzt aus einem großen kugelförmigen Segment und der Fläche eines gewissermaßen abgestumpften Kegels, eine kugelförmige Gestalt haben, oder zu den kugelförmigen Kesseln können gerechnet werden, sind von weniger schwieriger Construction; sie nehmen die Wärme durch den einwärts gewölbten Boden und durch die nicht sphärische Wand leichter auf und auch deshalb in größerem Maße; der Heerd braucht sich nicht unter dem ganzen Boden zu verbreiten, um denselben gleichmäßig zu erwärmen; und bei größeren Dimensionen sind sie stärker und dauerhafter, als die ganz kugelrunden Kessel. Früher wurden sie ausschließlich angewendet. Von einem solchen Kessel gibt die Fig. 189 einen Durchschnitt, so wie einen Grundriß des Heerdes und der Richtung der Feuerzüge. Die Ansicht dieser Figur ist schon ausreichend, um die ganze Einrichtung zu verstehen. Die Wand kann auch lothrecht auf den Boden gerichtet seyn, so daß der unterste Theil des Kessels cylindrisch wird. Eine eingebogene Form kann eben so den Kesselwänden gegeben werden und zwar für den Zweck, die Wände stärker zu erwärmen und das Wasser schneller ins Kochen zu bringen. Jeder vertikale Durchschnitt des ganzen Kessels wird dann gleichförmig mit demjenigen eines niedrig gewölbten wagenförmigen Kessels (Fig. 145 oder 146); aber die Construction ist sehr schwierig wegen der doppelten Biegung, welche die Wandplatten bekommen müssen, oder wenigstens Behufs der größten Stärke haben müssen.

Nach einem alten Plane kann man den Ofen eines kugelförmigen Dampfkessels auch so einrichten, daß die Schornsteinröhre über dem Mittelpunkte der Kesselhaube emporsteigt (Fig. 190) und daß sie mit

hen lassen. In jedem Falle werden sie bald leck, und auf lange Zeit können sie nicht gebraucht werden. Da sie nie von außen geheizt werden können, so besitzen sie immer die Nachtheile der Kessel mit innern Oefen, und die wesentlichsten Vortheile, welche dieser Art von Kesseln eigen ist, bestehen nur in einer schnellen Erwärmung des Wassers und in einer geringen Abkühlung des Dampfes durch die Wände des Raumes, in welchem er enthalten ist, denn das Holz ist ein schlechter Wärmeleiter.

Mit einem bessern Erfolge kann man sich eines gemauerten Raumes bedienen, um das Wasser und den Dampf aufzunehmen. Dieser Raum kann eingeschlossen werden von gemauerten Wänden, welche die Gestalt umgekehrter Gewölbe haben, oder der Raum muß selbst cylindrisch, kugelförmig und wagenförmig seyn können, wenn er von außen verankert, oder durch umgekehrte Gewölbe verstärkt wird. Aber die Construction eines solchen mit Mauerwerk eingeschlossenen Raumes muß mit ungewöhnlicher Sorgfalt geschehen; es muß hinlänglich Raum vorhanden seyn, und dann wird immer der Gebrauch eines eisernen Kessels, der von außen geheizt wird, vortheilhafter seyn.

Allgemeiner Schluß der vorhergehenden Betrachtungen.

153) Wenn man Alles, was in diesen §. V. verhandelt worden ist, kürzlich zusammenzieht, so kann man aus den entwickelten Betrachtungen nachstehende allgemeine Folgerungen ziehen.

1) Kein Dampfkessel, welche Form er auch haben möge, besitzt alle die Eigenschaften, durch welche er in jeder Hinsicht auf die beste Weise dem Zweck entsprechen kann.

sehene Röhre in unmittelbare Communication mit dem Heerde gesetzt werden kann, um den ersten Rauch abziehen zu lassen und die Luft im Schornsteine zu erwärmen, damit der Zug durch den niedergehenden Feuerkanal stattfinden könne.

D) Ueber hölzerne und steinerne Kessel.

152) Um nichts zu übergehen, was früher in Vorschlag gebracht, oder versucht worden ist, müssen wir auch des Versuches erwähnen, die metallenen Dampfkessel durch sogenannte hölzerne Kessel oder Kufen zu ersetzen und dieselben auf die Weise zu heizen, wie man auch wohl Badewasser in Kufen zu erwärmen pflegt.

Man kann sich von dieser Einrichtung einen Begriff machen, wenn man sich einen kastenförmigen oder kufenförmigen geschlossenen Raum denkt, welcher zusammengesetzt ist aus eichenen Dauben, die dicht zusammengefügt, gut schließen und mit eisernen Reifen gebunden sind. Dieser Raum nimmt nun den Dampf und das Wasser auf, das durch einen eisernen im Innern der Kufe zu heizenden und ziemlich im Mittelpunkte derselben angebrachten Ofen erwärmt wird. Die Einrichtung dieses Apparates hat deshalb Aehnlichkeit mit derjenigen eines gewöhnlichen Kessels (z. B. eines kugelförmigen Kessels Fig. 192), der von innen geheizt wird und dessen Ofen und Feuerzüge verschiedene Formen und relative Stellungen erhalten können. Man hat hölzerne Kufen für den Zweck vorgeschlagen, um an manchen Orten den theuern Ankauf, den Transport und die Aufstellung eiserner Kessel zu vermeiden. Unter kleinen Dimensionen können sie sehr gut bestehen, unter großen Dimensionen aber erfordern sie viele eiserne Verstärkungen, welche den Gebrauch eines eisernen Kessels vorzie-

hen lassen. In jedem Falle werden sie bald leck, und auf lange Zeit können sie nicht gebraucht werden. Da sie nie von außen geheizt werden können, so besitzen sie immer die Nachtheile der Kessel mit innern Oefen, und die wesentlichsten Vortheile, welche dieser Art von Kesseln eigen ist, bestehen nur in einer schnellen Erwärmung des Wassers und in einer geringen Abkühlung des Dampfes durch die Wände des Raumes, in welchem er enthalten ist, denn das Holz ist ein schlechter Wärmeleiter.

Mit einem bessern Erfolge kann man sich eines gemauerten Raumes bedienen, um das Wasser und den Dampf aufzunehmen. Dieser Raum kann eingeschlossen werden von gemauerten Wänden, welche die Gestalt umgekehrter Gewölbe haben, oder der Raum muß selbst cylindrisch, kugelförmig und wagenförmig seyn können, wenn er von außen verankert, oder durch umgekehrte Gewölbe verstärkt wird. Aber die Construction eines solchen mit Mauerwerk eingeschlossenen Raumes muß mit ungewöhnlicher Sorgfalt geschehen; es muß hinlänglich Raum vorhanden seyn, und dann wird immer der Gebrauch eines eisernen Kessels, der von außen geheizt wird, vortheilhafter seyn.

Allgemeiner Schluß der vorhergehenden Betrachtungen.

153) Wenn man Alles, was in diesen §. V. verhandelt worden ist, kürzlich zusammenzieht, so kann man aus den entwickelten Betrachtungen nachstehende allgemeine Folgerungen ziehen.

1) Kein Dampfkessel, welche Form er auch haben möge, besitzt alle die Eigenschaften, durch welche er in jeder Hinsicht auf die beste Weise dem Zweck entsprechen kann.

richtungen der Dampfkessel bekannt seyn mußten (§. V.); denn von der verschiedenen Form, welche die Oberfläche eines Dampfkessels haben kann oder hat, ist die Metalldicke zum Theil abhängig. Von der Gestalt hängt auch die Art und Weise ab, wie Kessel häufig inwendig oder auswendig verstärkt oder verankert werden müssen.

Der Stoff, aus welchem Dampfkessel verfertigt werden können, ist das Gußeisen, das gewalzte Eisen oder Eisenblech und das gewalzte Kupfer. Gußeiserne Kessel, sowohl cylindrische als kugelförmige, werden aus zwei oder mehr Stücken gegossen, mit Eisenkitt zusammengefügt und mit Schraubenbolzen und Bändern verbunden. Sie sind am wohlfeilsten und behalten nach ihrem Gebrauche oder im schadhaftem Zustande größtentheils ihren Werth an Eisen; aber sie sind auch die schwersten, lassen die Wärme am schwierigsten durch, geben viel Wärme ab und sind bei hohem Dampfdrucke gefährlich; denn die unsichtbaren Fehler des Gusses werden durch die Prüfung dieser Kessel mittelst des Wasserdruckes (siehe darüber weiter unten) nicht oder zum wenigsten sehr unwahrscheinlich offenbart, während diese Fehler durch Erhitzung des Matalles im Feuer Ursachen des Zerplatzens werden können. Auch erfährt das Gußeisen, welches ein morsches Metall ist, eine starke Ausdehnung durch die Feuerwärme, und eine ansehnliche Verminderung im Zusammenhange durch die sehr ungleiche Ausdehnung, wenn die eine Seite mit der Flamme in Berührung steht, während die andere Seite von Wasser bedeckt ist. Diese beiden Umstände machen die Anwendung der gußeisernen Kessel unrathsam und ganz vornämlich zur Erzeugung von hochdrückendem Dampfe. Früher hat man sich häufig gußeiserner cylindrischer Kessel mit kugelförmigen Enden und untergelegten

Siederöhren bedient; gegenwärtig werden sie nicht mehr angewendet. In Holland ist der Gebrauch derselben auf Booten oder Schiffen weislich verboten.

Kessel aus gewalztem Eisen sind leichter, als kupferne Kessel. Wenn das Eisen gut gewalzt ist, sind dergleichen Kessel stärker, als kupferne; aber kupferne Kessel sind leichter auszuführen, weniger wandelbar und dauerhafter, als eiserne Kessel. Eiserne Kessel sind wohlfeiler, als kupferne Kessel, letztere aber haben, nachdem sie unbrauchbar geworden sind, immer noch einen großen Werth als altes Kupfer, während dagegen der Werth von altem gewalzten Eisen gering ist. Jedenfalls macht man nur dann von kupfernen Kesseln Gebrauch, wenn die Umstände dieses gebieten, die wiederum meistens in der Art des Wassers beruhen, welches im Kessel gekocht werden soll, denn von salzigem oder sogenanntem brackischen Wasser wird das geschmiedete Eisen schnell verzehrt, was bei Kupfer nicht der Fall ist, auch nicht bei Gußeisen, von welchem die dünne und harte eiserne Rinde nicht abgemeiselt worden ist.

Kugelförmige Kessel haben die größte und die gleichmäßigste Stärke; auf diese folgen diejenigen Kessel, welche als Umdrehungskörper betrachtet werden können, wie z. B. die cylindrischen Kessel und einige kugelförmige Kessel. Dieses ist in dem vorhergehenden §. bereits mit angegeben worden. Doch meistens sind die Wände eines Kessels auch für einen gewissen Theil geradlinig, und die allgemeinen Formeln, welche die Stärke von Röhren und von geradlinigen Tafeln ausdrücken, die durch den Dampf gedrückt werden, müssen deshalb in sich die Grundlagen der Regeln zur Bestimmung der Metalldicke der Wände für alle Formen von Kesseln enthalten, die in den vorigen §§. angeführt sind.

Allgemeine Betrachtungen.

155) **Die Stärke der Cylinder, die von innen nach außen gedrückt werden.** Nimmt man einen metallenen Cylinder von einer vollkommen mathematischen Form, der einen Durchmesser von D Zollen und eine Metalldicke von d Zollen besitzt, dann wird seine Dicke, wenn er von innen nach außen einen Druck von p Pfunden auf den niederländischen Quadratzoll erfährt, müssen bestimmt werden durch die Formel

$$d = \frac{2\,D\,p}{k},$$

welche in dem dritten Theile Abth. 2 Art. 65. bereits bewiesen ist, und in welcher k die Zusammenhangskraft, oder lieber das Tragvermögen in niederländischen Pfunden auf den niederländischen Quadratzoll bezeichnet, ohne daß die natürliche Elasticität der Theile zerstört wird. Dieses Tragvermögen ist für das Gußeisen 1070 Pfund, für das gewalzte Eisen 1600 Pfund, und für das gewalzte Kupfer 950 Pfund; für andere Metalle sind die Zahlen angegeben in der dritten Abtheilung des ersten Theiles.

Deshalb wird die Formel für einen Cylinder von Gußeisen

$$d = 0{,}00187\,D\,p \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Für einen Cylinder aus geschmiedetem Eisen

$$d = 00125\,D\,p \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2).$$

Für einen Cylinder aus geschlagenem Kupfer

$$d = 0{,}002106\,D\,p \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3).$$

Diese Formeln gelten jedoch nur in der Voraussetzung, daß der Durchschnitt der Cylinder vollkommen kreisförmig ist, und daß sie überall eine gleiche Dicke haben; aber diese Voraussetzung kann in der Praxis nie statt finden, und mit der nach den

oben stehenden Formeln berechneten Metalldicke besitzen die Cylinder die vorausgesetzte Stärke nicht, ebenso wenig lassen sich die Unvollkommenheiten der Construction genau in Rechnung bringen, und es ist deshalb keine andere Correction möglich, als eine bestimmte Vermehrung der Metalldicke, welche auch aus noch andern Gründen nothwendig wird, was sogleich bei Gelegenheit der Anwendungen ausführlicher entwickelt werden soll.

Streng genommen sollten diese Formeln auch nur allein anwendbar seyn auf gegossene Cylinder (1), oder auf gezogene Cylinder (2) und (3) d. h. nämlich auf solche Cylinder, welche nicht zusammengesetzt sind aus gewalzten eisernen oder kupfernen Tafeln. Denn für letztere Cylinder müssen die Tafeln, welche nach dem Walzen platt sind, gebogen werden. Wenn nun dieses Biegen kalt geschieht und zwar auf einer Form, die eine Aushöhlung oder einen Bogen hat, gerade sowie die beabsichtige Beugung, welche die Tafeln bekommen sollen, so ist es natürlich, daß die innere Seite der Tafeln (nämlich diejenige Seite, welche einen Theil der innern Wandoberfläche des Cylinders ausmachen soll) zusammengedrückt und die auswendige Seite ausgedehnt werden müsse; und diese Formung muß, wie sorgfältig die Tafeln auch gehämmert werden, doch einige Schwächung zur Folge haben. Wenn das Krümmen der eisernen Tafeln warm geschieht (nämlich nachdem sie in einem Glühofen beinahe glühend gemacht worden sind), so erleiden sie ebenso eine Verminderung an absoluter Stärke oder Zusammenhang, wie gering dieselbe auch seyn möge. Das gewalzte Eisen, oder das gewalzte Kupfer gestattet jedoch eine solche Biegung, ohne einen beträchtlichen Theil der Zusammenhangskraft zu verlieren. Mit dem Stab-

und Stangeneisen verhält es sich bei einer gleichförmigen leichten Bearbeitung nicht ganz so.

Was uns die Erfahrung über die Zusammenhangskraft und die Biegung des Eisens gelehrt hat, ist von Stäben und Stangen, oder von Dräthen entnommen. Die Gesetze der Tragkräfte, der Beugungen u. s. w., die aus Theorien hergeleitet worden, sind nur der Wahrheit genähert und anwendbar für den Fall von Stäben und Stangen, die eher hart, als sehr streckbar sind. Der Fall von Platten oder Tafeln scheint hier ganz ausgeschlossen zu seyn, oder vielmehr bei der Erwägung der Stärke und der Beugung der Platten müssen Umstände und Eigenschaften berücksichtigt werden, die zwar mit denen von Stäben oder Stangen und Drähten in Verbindung stehen, aber dennoch so viel von ihnen verschieden sind, daß man die Fälle unmöglich gleich setzen kann. Wenn nun die Erfahrung uns hinsichtlich dieses Punktes hat aufklären können, sollten nicht vielleicht auch hinlängliche Gründe vorhanden seyn, um die Abnahme der Stärke der Platten, welche durch Beugung herbeigeführt wird, zu erforschen oder zu schätzen. Diese Schätzung oder Berechnung wird eine sehr starke Schwächung, oder auch eine viel größere Schwächung zum Resultate geben, als wirklich statt hat, oder statt haben kann, wenn diese Berechnung in der Voraussetzung angestellt wird, daß die Gesetze des Tragvermögens und der Beugung von Stäben oder Stangen auch anwendbar seyen auf den Fall von Platten oder Tafeln. Aber aus Mangel an Kenntniß des wahren Verhaltens bleibt nichts anderes übrig, als die Dicke der Platten um eine im voraus brstimmte Quantität zu vermehren, um die oben erwähnte Schwächung einigermaßen in Anschlag zu bringen. Und dieses kann in der Praxis zu keinen nachtheiligen

Folgen führen, weil die mehr genannte Schwächung nicht viel beträgt, wenn die Tafeln auf einer Form gehörig geschlagen werden, bis sie die verlangte Krümmung haben, nicht aber wie Federn gebogen werden. Es wird übrigens die Schwächung immer geringer seyn, wenn die Länge der Krümmung der Tafeln im Vergleiche zum Durchmesser des Cylinders, der aus diesen Tafeln zusammengesetzt werden soll, nicht zu groß genommen wird.

Die Stärke eines elliptischen Cylinders ist sehr ungleichmäßig, weil jeder Punkt einer Ellipse eine besondere Krümmung hat. Die Stärke eines solchen Cylinders ist natürlich geringer, als diejenige eines kreisförmigen und zwar um soviel geringer, um wieviel die große Axe der Ellipse länger ist, als die kleine, d. h. in dem Verhältnisse, in welchem die Ellipse sich mehr in die Länge zieht. Am Scheitelpunkte der kleinen Axe besitzt eine Ellipse die größte Krümmung; der Radius des kleinen Kreisbogens, welcher mit dem genannten Theile der Ellipse soviel wie möglich übereinstimmt, ist gleich der zweiten Potenz der halben großen Axe, dividirt mit der Länge der kleinen Axe. Nennt man nun die halbe große Axe = a, und die halbe kleine Axe = b, so ist der genannte Radius

$$= \frac{a^2}{b}.$$

Setzt man nun das Doppelte dieses Radius in die Formeln (1) bis (3) statt D, so können die Formeln, welche man alsdann bekommt, zur Berechnung der gleichförmigen Metalldicke eines elliptischen Cylinders dienen. Man muß übrigens, wie auch bereits im vorhergehenden §. bemerkt worden ist, den Gebrauch elliptischer cylindrischer Kessel lieber aufgeben, da auch die Fälle beinahe nicht vor-

kommen können, daß man zur Anwendung derselben absolut genöthigt seyn sollte.

156) **Stärke von Kugeln, die von innen nach außen gedrückt werden.** Wenn eine Kugel denselben Durchmesser hat, wie ein Cylinder, und beide auf jeden Quadratzoll gleich stark von innen nach außen gedrückt werden, so wird die Metalldicke der Kugel nur die Hälfte derjenigen des Cylinders zu betragen brauchen, weil diese beiden Körper eine gleiche Stärke besitzen.

Denn wenn die Kugel reißt oder platzt, so berstet sie immer in der Richtung eines größten Kreises, oder man kann voraussetzen, daß sie in der genannten Richtung beginnt, weil die Kugel in dieser Richtung am schwächsten ist. Würde das Bersten also noch fortdauern, so würde die ganze Kugel in zwei Theile von beinahe derselben Größe getrennt werden; jeder dieser Theile würde also eine Halbkugel seyn. Der ganze Dampfdruck gegen die halbe innere Oberfläche der Kugel ist gleich dem totalen Druck auf die Ausbreitung der Oberfläche eines größten Kreises d. i. $= 0{,}7854\ D^2\ p$. Aber der metallene Streifen, welcher zerrissen werden muß, hat eine mittlere Länge von $3{,}1416\ D$ und eine Breite, die der Metalldicke d gleich ist, deshalb eine Oberfläche $= 3{,}1416\ D \cdot d$. Ist nun k der Zusammenhang des Stoffes für den Quadratzoll, und nimmt man (sowie bei der Bestimmung der Stärke der Cylinder) den vierten Theil dieses Zusammenhanges, um hinsichtlich der Stärke sicher zu seyn, so wird die Stärke der Kugel

$$= \tfrac{1}{4}\ k\ 3{,}1416\ D \cdot d.$$

Es entsteht deshalb die Gleichung

$$\tfrac{1}{4} \cdot k\ 3{,}1416 \cdot D \cdot d = 0{,}7854 \cdot D^2\ p.$$

Daraus wird nun gefunden:

$$d = \frac{D\,p}{k},$$

was gerade die Hälfte der Metallstärke eines Cylinders von gleichem Durchmesser beträgt.

Aber wenn die Kugel zusammengesetzt wird aus Bahnen oder Streifen von gewalztem oder geschlagenem Metall, so müssen diese Streifen eine doppelte Krümmung bekommen. Auch kann dann die Kugel niemals die vollkommen runde Form bekommen, es müßten denn die Streifen von einer vollkommen gleichförmigen Dicke seyn und die richtige kugelförmige Biegung haben, denn die Zusammenfügung geschieht auf die Weise, daß die Enden über einander gelegt und mit Nietnägeln vereinigt werden, wie dieses bei der Zusammensetzung der Cylinder der Fall ist. Darum muß schon ohne andere Rücksichten (über welche unten gehandelt wird) die Metalldicke größer genommen werden, so daß man dieselbe für einige Fälle auf nicht viel weniger, als auf $\frac{2}{3}$ der Metalldicke setzen kann, welche ein Cylinder von gleichem Durchmesser und bei einem gleich großen Drucke gegen den Quadratzoll haben muß.

157) Stärke der Cylinder, welche von außen nach innen gedrückt werden. Wenn eine kreisförmige cylindrische Röhre von einer elastischen Flüssigkeit z. B. vom Dampfe des kochenden Wassers umgeben ist, auch inwendig luftleer ist, oder eine weniger elastische Flüssigkeit enthält, so wird jeder Punkt der äußern Oberfläche in der Richtung des entsprechenden Radius des Cylinders gleich stark nach einwärts gedrückt werden. Ist nun die Cylinderwand überall von einer und derselben Dicke und vollkommen kreisförmig, so kann kein Zerreißen oder Platzen statt finden, sondern eine Aufhebung des Zusammenhanges müßte hier in einer Zerquetsc

des Metalles bestehen, und dazu wird ein sehr großer Druck erfordert.

Da die cylindrischen Feuerzüge in den Dampfkesseln sich in diesem Falle befinden, wenn sie einem abgekühlten Rauch, oder der Flamme Durchgang gewähren, so können diese Feuerzüge mit einer sehr geringen Metalldicke einen großen Dampfdruck von außen her ertragen, d. h. sie werden in jedem Falle nur eine sehr geringe Dicke ihrer Wandung bedürfen. Dieses wird bei genau gearbeiteten Cylindern aus irgend einem gegossenen Metalle ziemlich genau der Fall seyn können, obschon häufig bei weitem nicht vollkommen; aber auf Cylinder, die aus gewalzten Tafeln zusammengesetzt sind, kann diese Wahrheit keine Anwendung leiden.

Wenn diese Cylinder lang sind, bekommen sie leicht in der Richtung ihrer Länge eine Krümmung, welche bei einem starken Drucke fernere Mißgestaltung und endliches Zerreißen bewirken kann. Bei einer großen Abweichung von der wahren kreisförmigen Gestalt findet der Dampf an der einen oder der andern Seite des Cylinders Gelegenheit, den Gegendruck an der andern Seite nicht auszugleichen, sondern die Wirkung desselben zu unterstützen und die Oberfläche des Cylinders breiter zu drücken. Alsdann ist die Möglichkeit vorhanden, den Cylinder einzudrücken; der Dampf wirkt dann als eine Kraft, welche man auf einen gegen den Boden gestellten Reif ausübt und es kann sich dann ereignen, daß der Cylinder so zu sagen zusammengedrückt wird und an drei Stellen, auswendig und inwendig zerreißt, wie dieses auch bestätigt wird durch Beispiele von eingedrückten Feuerzügen in Dampfkesseln von hohem Drucke. Die auswendig gedrückten Cylinder, die sonst bei gleicher Metalldicke viel stärker seyn müssen, als die inwendig gedrückten Cy-

linder, können deshalb in dem genannten Falle viel schwächer seyn.

Wenn man die Dicke eines Cylinders, welcher von außen gedrückt wird, durch Berechnung bestimmen wollte, so würde Alles abhängen von der Quantität und von der Extension der Abweichung von der vollkommen runden Form. Diese Abweichung läßt sich weder bestimmen, noch ausmitteln, und jede Berechnung der genannten Dicke bleibt deshalb immer gewagt, oder größtentheils ungegründet.

Ist ein Cylinder elliptisch, so kann man einen größern oder kleinern Theil der Abplattung seiner Oberfläche als ein unverrückbar befestigtes gebogenes Stück betrachten, das über die ganze Länge ganz gleich belastet ist, und die Dicke in der Mitte kann, wenn sie dieser Voraussetzung gemäß bestimmt ist, für die Metalldicke der Röhre genommen werden, aber immer bleibt es etwas unsicher, den wievielsten Theil des ganzen Umfanges der genannte Theil betragen soll.

Wenn man cylindrische innere Feuerzüge in Kesseln von Abstand zu Abstand mit dem Boden und mit den Wänden der Kessel verankert, so kann man ihnen häufig eine geringere Metalldicke geben, als den Kesselwänden selbst; aber dieses Geringere hängt auch ab von der größern oder geringern Erweiterung der Züge des Kessels, nämlich von der geringern oder größern Hitze, welche ihnen mitgetheilt wird. In den Anwendungsarten, welche nachher mitgetheilt werden, sollen einige Angaben über diesen Punkt vorkommen.

158) **Stärke geradliniger Platten, welche (gleich den Platten der Dampfkesselwände) am Umfange unverrückbar befestigt und über die ganze Oberfläche gleichförmig belastet sind.**

Man muß hier den Fall von gegossenen und gewalzten Platten oder Tafeln unterscheiden. Gegossene Platten sind hart und morsch und können wenig Biegung vertragen; gewalzte Platten dagegen sind sehr biegsam. Wenn man deshalb eine gegossene Platte in kleine Streifen sich zertheilt denkt, so kann jeder dieser Streifen recht gut verglichen werden mit einem Körper oder einem Stabe, der an den beiden Enden befestigt und über die ganze Länge gleich belastet ist. Zum wenigsten kann diese Vergleichung als sehr annähernd gelten. Aber wenn man sich eine gewalzte Platte ebenso in Streifen zertheilt denkt, so verhält sich jeder dieser Streifen eher wie ein dicker Metalldraht, an welchem gleiche Gewichte hängen und der deshalb eher durch Ausdehnung zu zerreißen, als zu zerbrechen scheint. Eine gewalzte Platte besitzt jedoch immer einige der Eigenschaften der weniger biegsamen oder weniger dehnbaren Körper, und zwar um desto mehr, je dicker sie ist. Eine gewalzte Platte hat deshalb hinsichtlich ihres sogenannten Tragvermögens ganz besondere Eigenschaften, welche gewissermaßen die Mitte zwischen den Eigenschaften der Stäbe und der dehnbaren Drähte besitzen, sehr schwierig zu schätzen und noch schwieriger in Berechnung zu bringen sind.

1) Eine gegossene Platte habe die Länge l, die Breite b und die Dicke d. Wenn man diese Platte an den beiden langen Seiten sich befestigt denkt, und wenn man die Tragkräfte aller der Streifen, in welche man (siehe oben) die Platte zertheilt sich denken kann, zusammensetzt, so wird die Tragkraft der ganzen Platte ausgedrückt durch die Formel:

$$\frac{8}{3} \cdot \frac{k\,l\,d^2}{b}$$

(siehe erster Theil, dritte Abtheilung Art. 141. bis 145. und auch Art. 153. drittes Beisp.).

Aber die Platte ist auch an den beiden kurzen Seiten befestigt, und ohne die Befestigung der langen Seiten in Anschlag zu bringen, muß auch das Tragvermögen in der Richtung der Länge seyn

$$\tfrac{8}{3} \cdot \frac{kbd^2}{l}.$$

Obschon nun der Fall eines an den vier Seiten befestigten Körpers ganz besonders ist, so wird er dennoch in den Fällen der Anwendung eher ein vortheilhaftes, als ein nachtheiliges Resultat geben können, wenn man annimmt, daß das totale Tragvermögen der befestigten Platte gleich ist der Summe der Tragvermögen in den beiden Richtungen. Darum und weil der Druck, den die Platte aushalten muß $= bl \cdot p$ ist (wir bezeichnen nämlich mit p den Dampfdruck auf den Quadratzoll), so hat man die Gleichung

$$\tfrac{8}{3} \cdot \frac{kbd^2}{l} + \tfrac{8}{3} \cdot \frac{kld^2}{b^2} = pbl.$$

Setzt man nun, so wie in den vorhergehenden Berechnungen statt k nur $\frac{1}{4}$ k, so gibt die Auflösung dieser Gleichung

$$d = bl \sqrt{\frac{3p}{2k\,(b^2 + l^2)}}.$$

Ist die Platte viereckig, so wird diese Formel

$$d = \tfrac{1}{2} l \sqrt{\frac{3p}{k}}.$$

Für eine runde Platte muß das Tragvermögen bestimmt werden in der Richtung jeder Chorde; die Summe dieser Tragkräfte gibt das Tragvermögen in einer Richtung; und das Doppelte hiervon mag man für das totale Tragvermögen annehmen.

Nennt man den Durchmesser der Platte m, so gibt eine Berechnung ziemlich nahe

$$d = 0{,}649\ m \sqrt{\frac{p}{k}}.$$

Wendet man diese Formeln an auf das Gußeisen, so werden sie, wie folgt:

Für eine rechtwinklige Platte, welche l Zolle lang und b Zolle breit ist

$$d = 0{,}0374 \cdot bl \cdot \sqrt{\left(\frac{p}{b^2 + l^2}\right)} \quad . \ . \ . \ (4).$$

Für eine viereckige Platte von l Zollen ins Quadrat

$$d = 0{,}02646 \cdot l \sqrt{p} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (5).$$

Für eine runde Platte mit einem Durchmesser von m Zollen

$$d = 0{,}01984 \cdot m \sqrt{p} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (6).$$

2) Eine quadratische gegossene Platte, welche an den vier Seiten befestigt ist und auf der ganzen Oberfläche gleichmäßig gedrückt wird, kann nur eine sehr geringe Biegung erfahren. Diese Biegung kann gleichwohl beträchtlich seyn, ohne noch nachtheilig zu werden, wenn die Platte von gewalztem Metall ist. Die Gestalt, welche die Platte alsdann annimmt, hat Aehnlichkeit mit derjenigen eines quadratischen gespannten Segels, oder eines Tuches, welches durch den Wind geschwellt wird. Wegen dieser Beugung, die eine Ursache der Federkraft und der Dehnbarkeit der gewalzten Platten ist, muß die Stärke derselben ganz anders bestimmt werden, als diejenige der gegossenen Platten. Dieses ist oben bereits bemerkt worden, und man kann hier hinzusetzen, daß die Aufgabe, die Stärke geradliniger gewalzter Platten zu bestimmen, die an allen Seiten befestigt sind, *im strengsten* Sinne unauflösbar ist. Es ist jedoch

möglich, die genannte Stärke durch Formeln zu bestimmen, welche auf Voraussetzungen gegründet sind, die zwar keinesweges die wahren Umstände ausdrücken, jedoch der Wahrheit mehr oder weniger nahe kommen, oder gegenwärtig sich so verhalten, daß sie zu keinen unvollkommenen oder nachtheiligen Resultaten führen können. Diese Formeln, welche man gleich den vorhergehenden als neue oder erste Formeln betrachten kann, sollen hier mitgetheilt werden; die Gründe, auf welchen sie beruhen, und die Art ihrer Berechnung werden im voraus entwickelt und angegeben, aber die Berechnung selbst wird weggelassen, weil sie so complicirt ist, daß der in der Mathematik weniger Geübte sie nicht verfolgen kann.

Wenn die Platte in sehr kleine Streifen zertheilt ist und eine sehr geringe Dicke hat, so wird sich jeder Streifen beinahe in dem Falle eines Drahtes befinden, der über zwei feste Punkte gespannt und auf jedem Punkte seiner Länge gleich stark belastet ist. Die Biegung, welche der Streifen in Folge des gleichen Druckes annimmt, wird dann zu gleicher Zeit sehr wenig von der Krümmung einer Parabel verschieden seyn. Durch diese Biegung erfährt der Streifen natürlich eine Ausdehnung, d. h. er wird länger; seine Länge, die vor der Belastung oder dem Drucke gleich war dem geradlinigen Abstande der Befestigungspunkte, wird nun gleich der Länge des parabolischen Bogens, nach dessen Form die Beugung erfolgt. Wenn ein Draht auf gleiche Weise belastet ist, so wird derselbe von den Befestigungspunkten in der Richtung der Länge mit einer gewissen Kraft gespannt, welche abhängt von der Größe des Druckes und von der Quantität der Biegung. Die äußerste Dehnung, welche ein Draht aushalten kann, ohne daß die natürliche Elasticität

bracht und deshalb angenommen worden, daß die Ausdehnung oder Biegung ganz allein eine Folge des ausgeübten Druckes sey, wodurch man eher ein vortheilhaftes, als ein nachtheiliges Resultat bekommt. Die Schwere der Platten, wenn sie sich in einer horizontalen Lage befinden, ist ebenfalls aus der Berechnung weggelassen worden.

Dieser bestimmten Spannung muß nun die Platte Widerstand leisten können, und die Kraft, welche den Zusammenhang der Theile zu verändern im Stande ist, muß deshalb der genannten Spannung gleich seyn. Befindet sich die Platte in dem Fall eines Stabes, dann muß der Widerstand der Theilchen, wenn sie an den kurzen Seiten nur befestigt ist, über die ganze Länge

$$= \frac{1}{6} k b d^2$$

seyn, wenn k den Zusammenhang des Stoffes auf einen Quadratzoll und d die Dicke der Platte bezeichnet (siehe Theil 1, Abth. 3 Art. 140 u. 141). Die neutrale Axe, über und unter welcher die Theilchen ausgedehnt und zusammengedrückt werden, muß dann auf der Hälfte der Dicke liegen. Die Platte kann dann gleich einem Stabe nicht in der Mitte brechen, ohne auch an den befestigten Enden zerbrochen zu werden. Aber der Fall ist hier ganz anders; denn die Platte kann (wie dieses auch die Erfahrung lehrt) an einem der Enden brechen und am andern Ende sowohl, als wie in der Mitte ganz bleiben, oder wenig beschädigt werden, so wie das Zerbrechen auch in der Mitte erfolgen kann, ohne zugleich an den beiden Enden stattzufinden. In jedem Falle ist das Zerbrechen weiter nichts als eine Zerreißung.

Und hieraus folgt denn, daß die neutrale Axe eine ganz andere Stellung haben muß, so daß sie *häufig* sehr nahe an der innern Seite der Platte

liegen kann, ja sogar, daß sie eine negative Lage haben, nämlich ganz außerhalb der Platte liegen kann. Wäre die wahre Lage dieser Axe bekannt, dann würde sich auch die Berechnung mit weniger Unsicherheit ausführen lassen; aber in diesem Punkte müssen wir unsere Unwissenheit bekennen und deshalb gewissermaßen nach der Wahrheit tasten.

Die Voraussetzung, daß die neutrale Axe außerhalb der Platte liegt, ganz bei Seite gesetzt, wollen wir annehmen, daß sie nahe an der innern Seite liege und von dieser Innenseite einen Abstand habe $= nd$ (n muß natürlich ein Bruch seyn), so ergibt eine Berechnung, daß der Widerstand der Theilchen über die ganze Breite

$$= \frac{1}{3} kb (2n^2 - 2n + 1) d^2$$

sey, wenn die Platte an den kurzen Seiten befestigt ist. Und der Widerstand über die ganze Länge, wenn die Platte an den langen Enden befestigt ist, wird dann seyn

$$= \frac{1}{3} kl (2n^2 - 2n + 1) d^2;$$

so daß bei einer Befestigung an allen vier Seiten der totale Widerstand ziemlich gleich seyn wird der Summe dieser beiden besonderen Widerstände; diese ist aber (nachdem wir für k nur den vierten Theil gesetzt haben, wie in allen den vorhergehenden Berechnungen)

$$= \frac{1}{12} k (b + l) (2n^2 - 2n + 1) d^2.$$

Und dieser Widerstand muß der oben gefundenen Spannung gleich seyn, so daß man also bekommt

$$\frac{1}{12} k (b + l) (2n^2 - 2n + 1) d^2 = \frac{3}{8} blp \cdot \sqrt{\left(\frac{7 + 3e}{6 + 3e}\right)},$$ woraus folgt

$$d = \sqrt{\left\{\frac{15}{2} \cdot \frac{bl \cdot p}{k\,(b + l)\,(2n^2 - 2n + 1)} \cdot \sqrt{\left(\frac{7 + 3e}{6 + 3e}\right)}\right\}}.$$

Für geschmiedetes oder gewalztes Eisen kann man setzen $e = 0{,}000714$, und k ist $= 1600$; die Formel muß dann werden

$$d = 0{,}0712 \sqrt{\frac{blp}{(b + l)\,(2n^2 - 2n + 1)}}.$$

Für das geschlagene Kupfer hat e einen andern und wahrscheinlich einen größern Werth; dieser ist jedoch in Theil 1, Abth. 3, Art. 152 nicht angegeben worden; aber wenn auch diese Größe einen Werth $= 0{,}001$ hätte, so kommt sie in der Formel doch so vor, daß der Werth des ganzen Ausdrucks

$$\sqrt{\left(\frac{7 + 3e}{6 + 3e}\right)}$$

dadurch nicht merklich größer wird, als wie für eiserne Platten. Aus diesen Gründen kann man fürs Kupfer denselben Werth annehmen, und weil dabei $k = 950$ ist, so muß die Formel für kupferne Platten werden:

$$d = 0{,}09237 \sqrt{\frac{blp}{(b + l)\,(2n^2 - 2n + 1)}}.$$

Es bleibt also noch übrig, die Lage der neutralen Axe, nämlich den Werth von n, zu kennen. Ueber die wahre Lage derselben sind wir nun, wie bereits oben bemerkt worden ist, ganz und gar im Unsichern. Wahrscheinlich ist sie für verschiedene Metalle verschieden, und ausgemacht ist es, daß die genannte Lage für Platten von verschiedenen Dimensionen immer anders seyn müsse. Da gleichwohl verschiedene Werthe dieser Größe keine sehr divergirenden

esultate der Berechnung für die Metalldicke geben,
braucht man in der Anwendung keine ängstliche
enauigkeit hinsichtlich dieses Punktes anzuwenden,
nd ein mittlerer Werth von $n = \frac{1}{12}$ kann in den
eisten Fällen als hinlänglich sicher angenommen
erden. Für sehr große Platten von z. B. 5 nie-
erländischen Ellen Länge und Breite und für noch
rößere kann man $n = 0$ setzen; und der Werth
on $n = \frac{1}{6}$ ist anwendbar für kleine Platten, die
eniger als 1 Elle lang oder breit sind.

In Gemäßheit dieser entwickelten Gründe ist
un folgende Reihe von Formeln ausgerechnet

A) Formeln zur Bestimmung der Me-
alldicke ebener gewalzter eiserner Platten.

Hat die Länge der Platte l Zolle, die Breite
Zolle, die Dicke d Zolle und beträgt der Dampf-
ruck auf den niederländischen Quadratzoll p nieder-
ändische Pfunde, so ist

1) Für kleine Platten, die unter einer Elle lang
der breit sind

$$d = 0{,}08378 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; (7).$$

2) Für größere Platten, welche unter 4 bis 5
llen lang oder breit sind

$$d = 0{,}7732 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; (8).$$

3) Für Platten von den größten Dimensionen

$$d = 0{,}0712 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; (9).$$

B) Formeln zur Bestimmung der Me-
alldicke von ebenen gewalzten kupfernen
latten.

$$d = \sqrt{\left\{\frac{15}{2} \cdot \frac{bl \cdot p}{k\,(b + l)\,(2n^2 - 2n + 1)} \cdot \sqrt{\left(\frac{7 + 3e}{6 + 3e}\right)}\right\}}.$$

Für geschmiedetes oder gewalztes Eisen kann man setzen $e = 0{,}000714$, und k ist $= 1600$; die Formel muß dann werden

$$d = 0{,}0712 \sqrt{\frac{blp}{(b + l)\,(2n^2 - 2n + 1)}}.$$

Für das geschlagene Kupfer hat e einen andern und wahrscheinlich einen größern Werth; dieser ist jedoch in Theil 1, Abth. 3, Art. 152 nicht angegeben worden; aber wenn auch diese Größe einen Werth $= 0{,}001$ hätte, so kommt sie in der Formel doch so vor, daß der Werth des ganzen Ausdruckes

$$\sqrt{\left(\frac{7 + 3e}{6 + 3e}\right)}$$

dadurch nicht merklich größer wird, als wie für eiserne Platten. Aus diesen Gründen kann man fürs Kupfer denselben Werth annehmen, und weil dabei $k = 950$ ist, so muß die Formel für kupferne Platten werden:

$$d = 0{,}09237 \sqrt{\frac{blp}{(b + l)\,(2n^2 - 2n + 1)}}.$$

Es bleibt also noch übrig, die Lage der neutralen Axe, nämlich den Werth von n, zu kennen. Ueber die wahre Lage derselben sind wir nun, wie bereits oben bemerkt worden ist, ganz und gar im Unsichern. Wahrscheinlich ist sie für verschiedene Metalle verschieden, und ausgemacht ist es, daß die genannte Lage für Platten von verschiedenen Dimensionen immer anders seyn müsse. Da gleichwohl verschiedene Werthe dieser Größe keine sehr divergirenden

Resultate der Berechnung für die Metalldicke geben, so braucht man in der Anwendung keine ängstliche Genauigkeit hinsichtlich dieses Punktes anzuwenden, und ein mittlerer Werth von $n = \frac{1}{12}$ kann in den meisten Fällen als hinlänglich sicher angenommen werden. Für sehr große Platten von z. B. 5 niederländischen Ellen Länge und Breite und für noch größere kann man $n = 0$ setzen; und der Werth von $n = \frac{1}{6}$ ist anwendbar für kleine Platten, die weniger als 1 Elle lang oder breit sind.

In Gemäßheit dieser entwickelten Gründe ist nun folgende Reihe von Formeln ausgerechnet

A) Formeln zur Bestimmung der Metalldicke ebener gewalzter eiserner Platten.

Hat die Länge der Platte l Zolle, die Breite b Zolle, die Dicke d Zolle und beträgt der Dampfdruck auf den niederländischen Quadratzoll p niederländische Pfunde, so ist

1) Für kleine Platten, die unter einer Elle lang oder breit sind

$$d = 0{,}08378 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; (7).$$

2) Für größere Platten, welche unter 4 bis 5 Ellen lang oder breit sind

$$d = 0{,}7732 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; (8).$$

3) Für Platten von den größten Dimensionen

$$d = 0{,}0712 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; (9).$$

B) Formeln zur Bestimmung der Metalldicke von ebenen gewalzten kupfernen Platten.

1) Für kleine Platten, welche unter einer Elle lang oder breit sind

$$d = 0{,}1087 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

2) Für größere Platten, welche unter 4 bis 5 Ellen lang oder breit sind

$$d = 0{,}1003 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (11).$$

3) Für Platten von den größten Dimensionen

$$d = 0{,}09237 \sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (12).$$

Um diese Formeln auf quadratische Platten anwendbar zu machen, muß man in denselben $b = l$ setzen, wo dann der Ausdruck nach dem Wurzelzeichen werden wird

$$= \sqrt{\frac{l^2 p}{2l}} = \sqrt{\frac{lp}{2}} = 0{,}7071 \sqrt{lp}.$$

Und für runde Platten können dieselben Formeln dienen, sobald man statt

$$\sqrt{\left(\frac{blp}{b+l}\right)},$$

$0{,}5252 \sqrt{mp}$ setzt; es drückt hier m den Durchmesser der Platten in Zollen aus.

159) Stärke der Nietnägel. Wenn Platten durch Nägel mit einander verbunden werden und diese vollkommen mit den Platten vernietet sind, so ruht die ganze Tracht allein auf den Nietnägeln. Aber man darf keine vollkommene Vernietung aller Nägel voraussetzen; häufig werden sie nicht gut schließen, und dann fällt die Tracht ganz und gar auf die umgenieteten Ränder der Nagelköpfe. Diese Ränder nun werden um so besser tragen, je größer die Oberfläche ist, welche sie bedecken, und dieses fin-

gar das Sechsfache setzen, wenn der Stoff der Kessel ein gegossenes Metall ist. Ferner muß man hier als einfachen Dampfdruck den Ueberschuß des innern Druckes über den äußern Druck nehmen, den der Kessel erfährt; denn von außen muß der Kessel immer den Druck der Atmosphäre ertragen. Folglich muß nicht der totale Dampfdruck, sondern der Druck des Dampfes über den atmosphärischen Druck als einfacher Dampfdruck genommen werden, und dieser Druck ist gleich der Belastung für den Quadratzoll der am wenigsten belasteten Sicherheitsklappe.

Manchmal muß man die berechnete Metalldicke mit einer gewissen Quantität vermehren, um verschiedene Umstände in Rechnung zu bringen, die noch nicht in die Berechnung aufgenommen sind. Dahin gehören z. B.:

1) Die Ungleichheiten der Metalldicke oder die Unebenheiten der Platten;

2) Fehler des Walzens oder ungleichförmige Stärke;

3) Abweichungen von der vollkommen runden oder ebenen Form und ungleiche, oder nicht genaue Zusammenfügung der Platten;

4) Verminderung der Stärke, verursacht durch die Biegung der Platten und durch die Zusammenfügung derselben mit Nietnägeln;

5) Verschlechterung der Qualität des Metalles durch Rost und andere Ursachen;

6) Schwächung des Metalles durch die Ausdehnung und durch ungleiche Erhitzung u. s. w.

Eine Vermehrung von drei Linien in der Dicke ist manchmal ausreichend; besser ist es jedoch, dabei die Umstände zu berücksichtigen, in welche die Platten und die Kessel kommen sollen. Und diese Ver-

mehrung der Dicke muß auch beträchtlicher seyn bei den Bodenplatten, welche die größte Feuerhitze empfangen und von der Luft stark abgekühlt werden können, ferner auch bei den Wandplatten innerer Feuergänge. Es soll dieses nachher durch Beispiele erläutert werden.

Wenn die Berechnung der Metalldicke auf die hier vorgeschriebene Weise geschieht, so bekommen die Kessel eine Stärke, bei welcher sie wahrscheinlich nicht eher bersten, als in Folge eines Drukkes, welcher im Durchschnitte das Zwanzigfache des gewöhnlichen Druckes betragen muß. Dabei kann man auch beliebig die Platten z. B. um zwei Linien dünner nehmen, wenn keine Platten von der genau bestimmten Dicke vorhanden sind. Daß man in denjenigen Fällen, wo die berechnete Metalldicke sehr gering ist, auch dickere Platten nehmen kann, leuchtet von selbst ein.

Cylindrische Kessel von hohem Druck bekommen häufig eine ansehnliche Dicke, wenn sie einen großen Durchmesser haben müssen. Ist nun der Stoff Schmiedeeisen, so wird nicht allein die Wärme sehr schwierig durchgelassen, sondern dieses Metall verliert auch viel von seiner Elasticität und Dehnbarkeit, wodurch es vor dem Gußeisen so sehr den Vorzug hat; es bekommt eine gewisse Härte und wird brechbarer, oder die Eigenschaften desselben nähern sich mehr oder weniger denen des Gußeisens, so daß bei irgend einem Bruche das Metall eher platzt als zerreißt. Darum ist es auch der Sicherheit halber häufig besser, lieber zwei kleinere Kessel anzuwenden, als einen großen, dessen Metallstärke zu beträchtlich seyn müßte. Und für diese Dicke kann man diejenige von 14 oder 15 niederländischen Linien als eine Grenze annehmen.

161) Bestimmung der Metalldicke wagenförmiger Kessel; über deren Verstärkung u. s. w.

Erstes Beispiel. Die Metallstärke zu bestimmen für einen gewöhnlichen wagenförmigen Kessel aus Eisenblech von niederem Druck, der von unten geheitzt wird und keinen innern Feuerzug enthält, dessen Dimensionen folgende sind: Länge 5 Ellen; größte Breite oder Durchmesser der halbcylindrischen Kesselhaube 1,8 Ellen; Höhe in der Mitte 2,20 Ellen. Das Sicherheitsventil ist auf den niederländischen Quadratzoll mit 0,33 Pfund belastet.

Zur Bestimmung der Metalldicke der Haube dient die Formel (2) des Art. 155, nämlich:

$$d = 0{,}00125 \; Dp \text{ Zolle.}$$

Der Werth von D ist hier 180 Zolle, und p ist gleich der doppelten Belastung, also = 0,66 Pfd. Die Berechnung wird deshalb geben d = beinahe 0,15 Zolle. Diese Dicke ist genau diejenige des Eisenblechs und kann, um den Kessel gut und tüchtig zu construiren, etwas größer genommen werden, wenn man keine Schwächung, ungleiche Dicke u. s. w. in Rechnung zu bringen hat. Man kann hier wohl eine Vermehrung von 4 Linien hinzufügen und die Dicke beinahe auf 6 Linien stellen, damit sie nicht zu verschieden sey von der Dicke der Wandplatten. Denn da der Kessel eine Länge von 5 Ellen hat und die Wände eine Höhe von ungefähr 12 Palmen, so kann man die Wände trotz ihrer Einbiegung als rechtwinklige Flächen oder Platten betrachten, gegen welche der Dampf drückt, es sey nun unmittelbar, oder durch Vermittelung des Wassers, welches im Kessel steht; und wenn die Dicke dieser Platten durch die Formel (8) des Art. 158 berech-

net wird, so findet man für dieselbe reichlich $5\frac{1}{2}$ Linien, und fügt man $1\frac{1}{2}$ Linien hinzu (weil wegen der Einbiegung die Vermehrung nicht so viel zu betragen braucht), so können die Wandplatten nicht viel dünner als 7 Linien genommen werden. Die geradlinigen Enden bieten dem Dampfe eine weniger große Oberfläche dar, als die Wände thun würden, wenn sie vollkommen eben wären; darum und weil sie auch eine sehr veränderliche Länge und Breite haben, ist es ausreichend, diesen Enden gleiche Dicke mit den Seitenwänden zu geben.

Obgleich der Boden stark einwärts gewölbt ist, so muß er doch eine größere Dicke haben, weil er von Feuer und Wasser, von Luft und von Niederschlag u. s. w. viel zu leiden hat. Eine Dicke des Bodens, welche um die Hälfte größer, als diejenige der Wände ist, kann fast immer genügen, und in dem gegenwärtigen Beispiele muß der Boden dann eine Dicke von ungefähr 10 Linien haben. Bei dieser Metalldicke von Boden und Wänden besitzen die Kessel ein reichliches Uebermaß der Stärke, um den Wasserdruck zu ertragen, so daß man in ähnlichen Fällen auf diesen Druck in der Berechnung nicht zu achten braucht.

Aus diesem Beispiele kann man abnehmen, welche Regel man zu befolgen hat, um die Metalldicke gewöhnlicher wagenförmiger Dampfkessel sowohl von gewalztem Eisen, als von gewalztem Kupfer zu berechnen; aber aus demselben Beispiele ergibt sich auch, daß für diese Art von Kesseln, und wenn sie aus gewalzten eisernen Platten zusammengesetzt sind, die Metalldicke selten berechnet zu werden braucht.

Obgleich die geradlinigen Enden eines wagenförmigen Dampfkessels hinlängliche Stärke haben, um den Dampfdruck zu ertragen, so sind sie einer Biegung ausgesetzt, die nachtheilig werden kann,

wenn deren Oberfläche ansehnlich ist, besonders auch, weil sie von der äußern und der innern Seite durch sehr ungleiche Temperaturen afficirt werden. Dieses ist eben so der Fall mit den Wänden, deren Form, wenn die Feuerzüge hoch sind, gerade nicht sehr zweckmäßig ist, um gegen eine Beugung nach auswärts vollkommen zu sichern. Aus diesen Gründen ist es schon für mittelmäßig große Kessel rathsam und für große Kessel nothwendig, Verstärkungen in denselben anzubringen. Diese Verstärkungen bestehen in Verankerung durch die Länge und durch die Quere (Taf. I, Fig. 17 bis 20), wodurch die geradlinigen Enden und die Wände zusammengekoppelt werden; sie sind deshalb in Bügel geschlossen, so daß sie gleichwohl bei der durch die Erwärmung bewirkten Ausdehnung eine freie Bewegung haben.

Kleine Kessel haben nur einen Queranker in der Mitte. Größere Kessel bekommen zwei oder drei Queranker und einen Anker der Länge nach, um die Enden zu verbinden. In den größten Kesseln, welche hohe Wände haben, bringt man häufig zwei Reihen von 3, 4 oder mehr Querankern (Fig 19) an. In manchen Kesseln der größten Sorte findet man auch Winkelanker, welche die geradlinigen Enden mit den eingebogenen Wänden koppeln. Diese Verstärkung kann dazu dienen, um den alsdann sehr langen Anker der Länge nach entbehrlich zu machen, wird aber überflüssig, wenn ein solcher Anker vorhanden ist. Eine zweite Reihe von Querankern wird häufig sehr vortheilhaft ersetzt durch zwei Reihen schrägliegender Anker, die gegen den Boden in der Längenrichtung des Kessels laufen und an jeder Seite den gewölbten Boden mit den eingebogenen Seitenwänden verbinden.

Ist ein gewöhnlicher wagenförmiger Kessel mit einem innern Feuerzuge versehen, so kann die Ver-

net wird, so findet man für dieselbe reichlich 6¼ Linien, und fügt man 1¼ Linien hinzu (weil wegen der Einbiegung die Vermehrung nicht so viel zu betragen braucht), so können die Wandplatten nicht viel dünner als 7 Linien genommen werden. Die geradlinigen Enden bieten dem Dampfe eine weniger große Oberfläche dar, als die Wände thun würden, wenn sie vollkommen eben wären; darum und weil sie auch eine sehr veränderliche Länge und Breite haben, ist es ausreichend, diesen Enden gleiche Dicke mit den Seitenwänden zu geben.

Obgleich der Boden stark einwärts gewölbt ist, so muß er doch eine größere Dicke haben, weil er von Feuer und Wasser, von Luft und von Niederschlag u. s. w. viel zu leiden hat. Eine Dicke des Bodens, welche um die Hälfte größer, als diejenige der Wände ist, kann fast immer genügen, und in dem gegenwärtigen Beispiele muß der Boden dann eine Dicke von ungefähr 10 Linien haben. Bei dieser Metalldicke von Boden und Wänden besitzen die Kessel ein reichliches Uebermaß der Stärke, um den Wasserdruck zu ertragen, so daß man in ähnlichen Fällen auf diesen Druck in der Berechnung nicht zu achten braucht.

Aus diesem Beispiele kann man abnehmen, welche Regel man zu befolgen hat, um die Metalldicke gewöhnlicher wagenförmiger Dampfkessel sowohl von gewalztem Eisen, als von gewalztem Kupfer zu berechnen; aber aus demselben Beispiele ergibt sich auch, daß für diese Art von Kesseln, und wenn sie aus gewalzten eisernen Platten zusammengesetzt sind, die Metalldicke selten berechnet zu werden braucht.

Obgleich die geradlinigen Enden eines wagenförmigen Dampfkessels hinlängliche Stärke haben, um den Dampfdruck zu ertragen, so sind sie einer Biegung ausgesetzt, die nachtheilig werden kann,

und $l = 3{,}5$ Ellen $= 350$ Zoll. Folglich wird die Dicke

$$d = 0{,}07735 \sqrt{\frac{250 \cdot 350 \cdot 0{,}78}{600}} = 0{,}82 \text{ Zoll.}$$

Diese Dicke kann bis zu 1 Zoll vermehrt werden, wenn die Außenwände gegen das Durchbiegen nicht mit den Wasserkanälen verankert werden, d. h. wenn die Hinterwand eine durchlaufende und auf sich selbst stehende Platte bildet. Aber wegen der Verankerung und weil die hintere Wand nur in einer einzigen Linie $2\frac{2}{3}$ Ellen beträgt, kann die Dicke von 8 bis $8\frac{1}{2}$ Linien ausreichend seyn; und diese Dicke kann man auch der Haube und den Seitenwänden, wie auch der vordern Wand des Kessels geben. Der Boden des Kessels ist gleichsam eine rechtwinklige Platte von 350 Zoll Länge und 320 Zoll Breite, und ihre Dicke wird deshalb

$$d = 0{,}07735 \sqrt{\frac{320 \cdot 350 \cdot 0{,}78}{670}} = \text{beinahe}$$

9 Linien, wofür man 10 oder 11 Linien setzen kann, weil der Boden bei der Reinigung des Kessels mehr zu leiden hat, als die Wände, und auch der Wasserdruck auf allen Punkten so groß ist, wie allein auf dem tiefsten Theile der Wände.

Die Heerdplatten dicht über dem Feuer müssen die Hälfte dicker seyn, als die Bodenplatten, also ungefähr 15 Linien; die Wandplatten des Feuerheerdes sind mit 13 Linien hinlänglich dick. Die oberen Platten und die Wandplatten der inneren Feuerzüge brauchen $\frac{1}{4}$ dicker, als die Haubenplatten zu seyn, also ungefähr 10 Linien Dicke zu haben.

Kessel mit geradlinigen Wänden von großer Extension müssen hauptsächlich verankert werden, sonst biegen sich die Platten bei ihrer Dehnbarkeit schon

in Folge eines sehr geringen Druckes und z. B. die Bodenplatte wird schon durch ihr eigenes Gewicht eine gewisse Beugung annehmen. Und obschon die Berechnung der Metalldicke ganz und gar gegründet ist auf die Voraussetzung einer Biegung der Wände, so kann diese Biegung durch ungleichen Dampfdruck und durch die Ausdehnung in Folge der Erhitzung der Platten sehr bald zu weit gehen und durch eine Verunstaltung der inneren und äußeren Wände eine wesentliche Beschädigung zur Folge haben. Wie im zweiten Kapitel der zweiten Abtheilung bereits angegeben worden, so wird diese Verstärkung durch kurze Bolzen bewerkstelligt, welche quer durch die Wasserkanäle laufen und in Abständen von 6 zu 6 Palmen z. B. die äußeren und inneren Wände dieser Züge verbinden, wodurch die Biegung beinahe ganz verhindert wird und wodurch die Kessel ansehnlich verstärkt werden.

Wenn der Kessel aus kupfernen Platten zusammengesetzt werden muß, so wird man durch die Formel (11) finden: für die Dicke der Haubenplatten 10 — 11 Linien; Dicke der Wandplatten, zur Seite hinten und vorn 11 Linien; Dicke der Bodenplatten 12 bis 13 Linien; Dicke der obern Heerdplatten 18 — 20 Linien; Wandplatten des Feuerheerdes 16 Linien; obere und Wandplatten der Feuerzüge 12 — 13 Linien.

Auf diese Weise berechnet man die Metalldicke der ebenen Platten eines kastenförmigen Kessels für Dampf von niederem, oder von hohem Druck.

162) Bestimmung der Metalldicke cylindrischer Kessel; über die Verstärkung derselben u. s. w.

Beispiel. Die Metallstärke zu bestimmen für einen cylindrischen Kessel aus Eisenplatten von mittlerem oder von hohem

Druck, wenn der Durchmesser des Kessels 1 Elle und der in demselben erzeugte Dampf einen Ueberdruck von drei Atmosphären über den atmosphärischen Druck haben soll?

Mag nun der hochdrückende Dampf im Cylinder einer Dampfmaschine mit oder ohne Ausdehnung arbeiten, so muß doch der Kessel immer einen hohen Dampfdruck aushalten, d. h. es besteht keine Differenz zwischen den Kesseln der Dampfmaschinen von mittlerer oder hoher Pression des Dampfes.

In der Formel (2) nämlich

$$d = 0{,}00125\ Dp$$

ist $D = 100$ und $p =$ dem dreifachen Druck von drei Atmosphären, d. i. $= 9{,}297$; hierdurch findet man

$$d = 11{,}6 \text{ Linien},$$

wofür man 12 Linien setzen kann.

Wenn die Spannung von drei Atmosphären nur ein Maximum ist, auf welches der Dampf niemals gebracht werden kann, so ist eine Metalldicke von 10 Linien oder 1 Zoll ausreichend, und diese Dicke kann durchgängig sowohl für die Bodenplatten, als für die Haubenplatten dieselbe seyn.

Eine Vermehrung der Dicke, um ungleichförmige Stärke, Abnutzung u. s. w. in Rechnung zu bringen, ist hier weniger nöthig, weil der Dampfdruck in der Berechnung dreifach vorausgesetzt wird und weil der Durchmesser von 1 Elle nicht groß ist, auch die cylindrischen Kessel keiner Mißgestaltung unterworfen sind, wie dieses bei einem wagenförmigen Kessel der Fall seyn würde, obschon in ersterem hochdrückender Dampf erzeugt wird.

Wenn die Enden oder Köpfe des cylindrischen Kessels halbe Kugeln sind, so kann die Metalldicke dieser Kugeln streng genommen nur reichlich der halben Metalldicke des Cylinders gleichgesetzt werden;

jedoch ist immer die Differenz in der Schwere und in den Kosten zu gering, um in dieser Hinsicht für die Köpfe dünnere Platten zu nehmen, als für den Rumpf des Cylinders.

Wenn die Enden oder Köpfe kugelförmige Segmente sind, so berechne man die Metalldicke für einen Cylinder von einem Radius, welcher demjenigen der genannten kugelförmigen Segmente gleich ist; die Hälfte dieser Dicke wird die Metalldicke der kugelförmigen Segmente seyn; aber auch diesen kann man immer mit dem Rumpfe des Cylinders gleiche Dicke geben.

Sind die Enden geradlinig, so berechne man die Dicke nach der Formel

$$d = 0{,}0406 \cdot \sqrt{mp}$$

(siehe Art. 158 gegen das Ende). In dem oben gegebenen Beispiele muß dann diese Dicke = 12 Linien werden. Man kann jedoch immer den geradlinigen Enden dieselbe Metalldicke geben, als dem Rumpfe des Cylinders, sobald man sie mit einer oder mit zwei Rippen verstärkt, welche aus flachen Streifen gewalzten Eisens (z. B. 1 Palm breit und reichlich von der Dicke der Endplatten) in der Richtung der Durchmesser der runden Bodenenden bestehen, auf welche sie geschweißt oder genagelt werden, wie man auch wohl gewohnt ist, die Böden eines gewöhnlichen Fasses zu verstärken.

Wenn man den Dampfdruck, welcher gegen die geradlinigen oder sphärischen Böden ausgeübt wird, berechnet und die Zahl der Nietnägel am ganzen Umfange der Böden auf 103 setzt (wenn nämlich der Abstand von den Mittelpunkten der Nägel drei Zoll betragen soll) so findet man durch die Formel (13) des Art. 159, daß die Nietnägel eine Dicke von $1\frac{1}{2}$ Zoll haben müssen.

Sieideröhren cylindrischer Kessel haben selten einen größern Durchmesser als 30 — 35 Zoll; die Metalldicke dieser Röhren wird indessen zu gering befunden werden, wenn man sie mittelst der Formeln zur Bestimmung der Metalldicke der Cylinder berechnete. Diese Röhren sind nämlich einer großen Verminderung ihrer Stärke unterworfen, weil sie größtentheils den Niederschlag aufnehmen und beinahe ganz von der Flamme des Feuers umgeben werden. Darum müssen sie eine viel größere Stärke haben, und man thut wohl, ihre Dicke durch keine Berechnung zu bestimmen, sondern dieselbe auf 10 Linien zu setzen, oder wenigstens der Metalldicke der Cylinder gleich zu machen, mit denen sie in Communication stehen. Früher bediente man sich häufig gußeiserner Sieideröhren; aber wegen der Fehler des Gußeisens und der sehr ungleichen Ausdehnung desselben an der Außen- und Innenseite blieb der Gebrauch dieser Röhren immer gefährlich, und sie werden auch jetzt nicht mehr angewendet.

Innere Feuerzüge in cylindrischen Kesseln müssen absolut eine ganz kreisförmig cylindrische Gestalt haben. In sofern sie blos dem heißen Rauche Durchzug gewähren, ist es hinlänglich, daß man denselben eine Metalldicke gebe, welche gleich $\frac{3}{4}$ der Metalldicke der Kesselwände ist. Werden jedoch die Kessel von innen geheitzt, so muß das Metall der Röhre, in welcher sich der Heerd befindet, um die Hälfte dicker seyn, als dasjenige der Kesselwand, und die Metalldicke des Feuerzuges, welcher unmittelbar hinter dem Heerde liegt, muß derjenigen der Kesselwand gleich seyn.

Es ist unnöthig, einen cylindrischen Kessel von innen mit Querankern zu versehen. Eben so wenig ist ein Anker in der Länge nöthig, wenn der Kessel kugelförmige Köpfe hat. Dieses kann selbst in jedem

jedoch ist immer die Differenz in der Schwere und in den Kosten zu gering, um in dieser Hinsicht für die Köpfe dünnere Platten zu nehmen, als für den Rumpf des Cylinders.

Wenn die Enden oder Köpfe kugelförmige Segmente sind, so berechne man die Metalldicke für einen Cylinder von einem Radius, welcher demjenigen der genannten kugelförmigen Segmente gleich ist; die Hälfte dieser Dicke wird die Metalldicke der kugelförmigen Segmente seyn; aber auch diesen kann man immer mit dem Rumpfe des Cylinders gleiche Dicke geben.

Sind die Enden geradlinig, so berechne man die Dicke nach der Formel

$$d = 0{,}0406 \cdot \sqrt{mp}$$

(siehe Art. 158 gegen das Ende). In dem oben gegebenen Beispiele muß dann diese Dicke = 12 Linien werden. Man kann jedoch immer den geradlinigen Enden dieselbe Metalldicke geben, als dem Rumpfe des Cylinders, sobald man sie mit einer oder mit zwei Rippen verstärkt, welche aus flachen Streifen gewalzten Eisens (z. B. 1 Palm breit und reichlich von der Dicke der Endplatten) in der Richtung der Durchmesser der runden Bodenenden bestehen, auf welche sie geschweißt oder genagelt werden, wie man auch wohl gewohnt ist, die Böden eines gewöhnlichen Fasses zu verstärken.

Wenn man den Dampfdruck, welcher gegen die geradlinigen oder sphärischen Böden ausgeübt wird, berechnet und die Zahl der Nietnägel am ganzen Umfange der Böden auf 103 setzt (wenn nämlich der Abstand von den Mittelpunkten der Nägel drei Zoll betragen soll) so findet man durch die Formel (13) des Art. 159, daß die Nietnägel eine Dicke von 1½ Zoll haben müssen.

Druck wird allein angenommen, weil das Gesetz eine solche Prüfung vorschreibt, nicht aber, weil die Dampfspannung mehrmals den Grad dieses dreifachen Druckes zu erreichen pflegt, denn dazu ist beinahe keine Möglichkeit vorhanden.

Wird nun die Prüfung nur einmal vorgenommen, nämlich wenn die Kessel neu sind und eben in Gebrauch genommen werden, und nicht mehrmals, während sie bereits gebraucht sind und noch gebraucht werden, so müssen die Kessel ohne Zweifel eine hinlängliche Stärke besitzen, um die Probe auf einige Augenblicke ohne Beschädigung auszuhalten, wenn man die Metalldicke derselben nicht auf den dreifachen, sondern blos auf den doppelten Dampfdruck berechnet, indem die Formeln für die Berechnung der Metalldicke sich so verhalten, daß die Kessel keine nachtheilige Beschädigung erfahren können, es müßte denn der Druck vier- oder fünfmal größer als derjenige seyn, den sie gewöhnlich aushalten sollen.

Aber wenn man sich für einen solchen Fall eines sehr hohen Dampfdruckes zur Berechnung der Metalldicke auf den doppelten Dampfdruck beschränkt, während die Prüfung mit dem dreifachen Drucke vorgenommen werden soll, so kommt Alles vornämlich darauf an, daß die Platten sehr fest verbunden werden, und daß der Durchschnitt des Kessels so wenig wie möglich von einem Kreis abweiche. Man lasse alsdann die Platten in der Richtung der Länge des Kessels weiter als gewöhnlich über einander greifen und verbinde sie durch zwei oder drei Reihen Nietnägel, die in gleichem Abstande von einander stehen; ferner lege man die Platten nicht über einander in der Richtung des runden Kesselumfanges, sondern Ende gegen Ende, um sie mit doppelten Reihen von Nietnägeln mit aufgelegten Streifen zu verbin-

Falle nachgelassen werden, wenn man die ebenen, oder die zum Theil sphärischen Böden mit ebenen Bändern oder Rippen verstärkt. Ein cylindrischer Kessel mit einem innern Feuerzuge, welcher durch den Mittelpunkt läuft, bedarf auch keiner fernern inwendigen Verstärkung; aber wenn der Feuerzug unter dem Mittelpunkte hinläuft, kann man über dem Mittelpunkte einen oder zwei Anker in der Richtung der Länge anbringen.

Anmerkung. Das gegebene Beispiel mag genügen, um den Weg zu zeigen, den man hinsichtlich der Berechnung in andern Fällen einzuschlagen hat. Man wird daraus entnehmen können, daß cylindrische Kessel für hochdrückenden Dampf in einer sehr steigenden Progression eine große Metalldicke erheischen, um den vorausgesetzten dreifachen Dampfdruck sicher aushalten zu können. Es ist allerdings wahr, daß ein Durchmesser von 100 niederländischen Zollen nicht häufig überschritten wird, aber daß Kessel einen großen Durchmesser haben, ist dennoch keine Seltenheit. Ueber dieses ist der ursprüngliche Dampfdruck von drei Atmosphären keinesweges ein mittlerer hoher Dampfdruck, denn bei vielen hochdrückenden Dampfmaschinen müssen die Kessel manchmal einen Druck von vier oder fünf Atmosphären aushalten, so daß sie bei einem Durchmesser von 1 Elle bereits eine Metalldicke haben müssen, welche nicht rathsam ist, ihnen zu geben, und weshalb man, gerade um sie zu vermeiden, sich lieber entschließt, zwei verbundene, doch weniger weite Kessel anzuwenden.

Wiewohl dieses nun auf die Dauer eher vortheilhaft, als nachtheilig seyn kann, so möchte doch auch dieser Umstand unbequem, oder weniger wählbar seyn, und man müßte in einem solchen Falle von der angenommenen Voraussetzung des dreifachen Druckes etwas abweichen. Dieser dreifache

Druck wird allein angenommen, weil das Gesetz eine solche Prüfung vorschreibt, nicht aber, weil die Dampfspannung mehrmals den Grad dieses dreifachen Druckes zu erreichen pflegt, denn dazu ist beinahe keine Möglichkeit vorhanden.

Wird nun die Prüfung nur einmal vorgenommen, nämlich wenn die Kessel neu sind und eben in Gebrauch genommen werden, und nicht mehrmals, während sie bereits gebraucht sind und noch gebraucht werden, so müssen die Kessel ohne Zweifel eine hinlängliche Stärke besitzen, um die Probe auf einige Augenblicke ohne Beschädigung auszuhalten, wenn man die Metalldicke derselben nicht auf den dreifachen, sondern blos auf den doppelten Dampfdruck berechnet, indem die Formeln für die Berechnung der Metalldicke sich so verhalten, daß die Kessel keine nachtheilige Beschädigung erfahren können, es müßte denn der Druck vier- oder fünfmal größer als derjenige seyn, den sie gewöhnlich aushalten sollen.

Aber wenn man sich für einen solchen Fall eines sehr hohen Dampfdruckes zur Berechnung der Metalldicke auf den doppelten Dampfdruck beschränkt, während die Prüfung mit dem dreifachen Drucke vorgenommen werden soll, so kommt Alles vornämlich darauf an, daß die Platten sehr fest verbunden werden, und daß der Durchschnitt des Kessels so wenig wie möglich von einem Kreis abweiche. Man lasse alsdann die Platten in der Richtung der Länge des Kessels weiter als gewöhnlich über einander greifen und verbinde sie durch zwei oder drei Reihen Nietnägel, die in gleichem Abstande von einander stehen; ferner lege man die Platten nicht über einander in der Richtung des runden Kesselumfanges, sondern Ende gegen Ende, um sie mit doppelten Reihen von Nietnägeln mit aufgelegten Streifen zu verbin-

den, die von dem einen Ende des Kessels bis zum andern laufen (man vergleiche z. B. Fig. 112, Nr. 2, Taf. XI.), wodurch man eine sehr feste und genaue Verbindung bekommt. Wie man auf diese Weise die Platten durch Streifen verbindet, die in der Richtung der Länge des Kessels liegen, so kann man die Platten auch in der Richtung des runden Kesselumfanges durch ähnliche Streifen, oder breite runde Bänder mit einander verbinden.

Ueber die Prüfung der Dampfkessel.

163) Nach einem königlichen Beschlusse vom 6ten Mai 1824 müssen alle Dampfmaschinen, welche in den Niederlanden für irgend einen Zweck in Thätigkeit gesetzt werden (wie auch Dampfapparate zur Erzeugung von Dampf oder zum Erwärmen, oder Verdampfen u. s. w. von Substanzen, Flüssigkeiten u. s. w.), zuvor untersucht oder inspicirt werden. Diese Untersuchung ist eine allgemeine Sicherheitsmaßregel und beschränkt sich auf die Prüfung des Zustandes der Maschine, besonders des Kessels, der Sicherheitsventile und der anderen Apparate oder Stücke, die auf dem Kessel angebracht sind. Ueber die gute Construction und die Stärke des Kessels muß man eine Versicherung erhalten durch eine sogenannte Prüfung, indem man ihn nämlich einem Druck unterwirft, der denjenigen überschreitet, welchen er gewöhnlich von Seiten des Dampfes auszuhalten hat. Dieser höhere Druck beträgt, wie oben bereits erwähnt worden ist, das Doppelte oder das Dreifache des im voraus bestimmten gewöhnlichen Dampfdruckes, je nachdem dieser nun mit hohem oder mit niederem Drucke arbeiten soll, wobei immer vorausgesetzt wird, daß der Kessel nicht aus einem gegossenen Metall construirt sey; denn

in diesem Falle muß der Druck bei der Prüfung auf das Sechsfache des gewöhnlichen Druckes gesteigert werden.

Man prüft Dampfkessel mit Wasser oder mit Dampf; letzteres Mittel wendet man jedoch nur bei Kesseln von niederem Druck an, bei welchen zur Ausführung der Wasserprobe die Mittel mangeln, wie sogleich näher aus einander gesetzt werden soll.

Um den Kessel mit Wasser zu prüfen, muß er mit einer Handdruckpumpe versehen seyn (wie man sie z. B. am Bord der Dampfschiffe hat, um den Kessel zu füllen). Man pumpt den Kessel ganz voll Wasser, bis daß das Wasser z. B. durch die Büchse des Sicherheitsventiles überläuft, nachdem nämlich alle andern Oeffnungen, wie z. B. das Dampfrohr, der Dampfmesser, die Speiseröhre ꝛc. zuvor genau verschlossen worden sind. Alsdann setzt man das Sicherheitsventil, welches sich in einem vollkommen guten Zustande befinden muß, auf seine Oeffnung; man verdoppelt die Belastung desselben für einen Dampfkessel von niederem Druck, oder man verdreifacht dieselbe für hohen Dampfdruck. Wenn man alsdann die Handpumpe in Thätigkeit setzen läßt, wird sich der Kessel wie eine Wasserpresse verhalten, und das Sicherheitsventil wird dann erst geöffnet werden, wenn das Wasser auf dasselbe einen Gegendruck ausübt, der etwas größer ist, als seine Schwere und Last. Dieser Druck muß folglich auch auf alle Punkte der innern Oberfläche des Kessels in demselben Maß ausgeübt werden. Wird das Sicherheitsventil geöffnet, so ist die Prüfung zu Ende, und der Kessel hat die gehörige Tüchtigkeit, wenn er durch die Prüfung keine Veränderung in der Form und keine Beschädigung irgend einer Art erfahren hat.

Wenn am Kessel keine Handpumpe, und besonders keine Handdruckpumpe, um ihn zu füllen, vorhanden ist, der man sich bei der Prüfung mit großem Nutzen bedient, so kann man hierzu die Speisepumpe der Maschine benutzen, indem man sie von der Stange losmacht, welche diejenige des Kolbens mit dem Maschinenbaume oder irgend einer Welle verbindet, und dann die kurze Kolbenstange durch Stricke oder auf irgend eine Weise an einen Hebel befestigt, den man durch Arbeiter heben und niederziehen läßt, um Wasser in den Kessel zu pumpen.

Aber wenn man einen gewöhnlichen wagenförmigen Kessel von niederem Drucke zu prüfen hat, so vermißt man häufig eine Handdruckpumpe, und die Speisepumpe der Maschine kann für die Prüfung nicht benutzt werden, weil sie das Wasser in den Vorrathsbehälter der Speiseröhre und nicht in den Kessel fördert. In Ermangelung tauglicher Mittel vollbringe man dann die Prüfung des Kessels mit Dampf, d. h. man verstopfe alle Ausgänge, durch welche der Dampf entweichen kann, bis auf das Röhrchen des Dampfmessers, und man heitze nun nach und nach den Dampf bis zu denjenigen Grad, bei welchem der Dampfmesser noch einmal so hoch steht, als gewöhnlich.

Werden die Kessel vorläufig oder gesetzlich in den Fabriken geprüft, wo sie verfertigt sind, so kann man immer die Wasserprobe anwenden. Denn sobald am Kessel nicht unmittelbar eine Druckpumpe angebracht ist, kann man absichtlich eine Oeffnung in den gegossenen Deckel des Fahrloches bohren und in die Oeffnung das Mundstück des Steigrohres einer Handdruckpumpe schrauben lassen, welche in einer solchen Fabrik vorhanden seyn muß. Nach der Prü-

fung wird das Bohrloch mit einem Schraubenbolzen wiederum verschlossen.

Unter den beiden Prüfungsarten mit Wasser und mit Dampf ist die erste ohne alle Gefahr, aber häufig unsicher und für die Kessel manchmal sehr schädlich; die zweite ist die sicherste, aber manchmal auch sehr gefährlich. Bei der Prüfung mit kaltem Wasser haben die Platten, aus welchen die Kesselwände zusammengesetzt sind, häufig viel zu leiden; sie sind zwar dehnbar, aber sie sind kalt, oder (wie man dieses auch zu nennen pflegt) widerspenstig und dehnen sich plötzlich oder mit nachtheiligen Rucken aus, weil das Wasser immer mit Zwischenräumen und mit stoßenden Strömen in den Kessel gepreßt wird. Die Platten oder Wände müssen bei dieser gezwungenen und unregelmäßigen Ausdehnung viel leiden; und daß diese Ausdehnung häufig beträchtlich seyn könne, geht daraus hervor, daß, wenn der Kessel bis zum Rande mit Wasser gefüllt und keine Luft in demselben enthalten ist, auch keine lecken Stellen vorhanden sind, manchmal (bei Kesseln mit geradlinigen Wänden) wohl 30 Pumpenzüge gethan werden müssen, ehe sich das Sicherheitsventil öffnet; und dieses könnte natürlich nicht stattfinden, wenn die Ausdehnung der Wände sehr gering wäre, weil man das Wasser hier als incompressibel betrachten kann. Wird dagegen die Prüfung mit Dampf vorgenommen, so erfahren die Wände eine Ausdehnung, die nach und nach durch die Erhitzung zunimmt und das Metall nicht so sehr beschädigen kann; auch geschieht die Ausdehnung, welche es durch den erhöhten Dampfdruck noch aushalten kann, nicht ruckweise oder auf einmal, sondern in unmerklich zunehmenden Graden, ganz so, wie der Dampfdruck nach und nach steigt.

Bei der Prüfung mit Dampf werden die Platten durch die in Folge der Erhitzung stattfindende Ausdehnung fest an einander geschlossen. Bei der Prüfung mit Wasser entstehen bei Anwendung von hohem Druck stets Oeffnungen, die manchmal zum großen Nachtheile des Kessels während dem Probiren so zunehmen können, daß alles eingepumpte Wasser sogleich wieder durch einen Riß zwischen den Platten oder Nietnägeln ausgetrieben wird, und dann ist alle Prüfung auf den beabsichtigten hohen Druck vergebens. Man kann diese Unannehmlichkeit manchmal auf die Weise verhüten, daß man den Kessel erst gut erwärmen läßt, oder denselben zuvor 14 Tage hinter einander mit einem niederern Dampfdrucke, als der bestimmte, arbeiten läßt; aber auch dieses Mittel hat nicht immer die Folge, daß die Wasserprobe auf einen sehr hohen Druck gut glückt. Es ließe sich hierüber noch Vieles bemerken, jedoch gehört die Entwickelung vieler Einzelnheiten, welche man beim Probiren der Dampfkessel wahrnehmen kann, oder wie man nach der Form der Kessel, nach der Wasserhöhe in denselben, nach dem Grade des Druckes u. s. w. die Probe häufig einrichten muß, nicht nothwendig in den Bereich dieser Schrift.

Im Allgemeinen ist die Dampfprobe weniger mangelhaft, als die Wasserprobe und kann auch den Kessel weniger beschädigen. Wenn aber der Kessel zufällig an irgend einer Stelle einen Fehler hätte, durch welchen bei der Probe ein Zerplatzen oder Zerbersten entstehen müßte, so könnte dieser Umstand Folgen haben, die höchst unglücklich ausfallen dürften, wenn die Probe mit Dampf ausgeführt wird. Und obgleich man ohne Furcht vor einiger Gefahr einen Kessel von niederem Druck immer der Dampfprobe unterwerfen kann, so ist es doch sehr unrath-

sam, dieselbe auf Kessel von hohem Druck anzuwenden *).

§. VII.

Einrichtungen von Dampfkesseln oder an denselben, um ihre Erwärmung mit dem geringsten Verlust auf das Vortheilhafteste und Regelmäßigste zu bewirken; Mittel, welche man dazu angewendet oder vorgeschlagen hat.

164) Für den guten Gang einer Dampfmaschine ist es von großem Belang, daß der Dampf im Kessel auf das Regelmäßigste erzeugt werde, so daß die Spannung keine ansehnliche Veränderung erfährt; für die sparsame Dampferzeugung ist dieses eben so wünschenswerth; auch muß man so viel wie möglich dem begegnen, daß sowohl in Folge der Einrichtung oder der Oertlichkeit des Kessels, als auch des Heitzens selbst ein Wärmeverlust entstehe. Es gibt verschiedene Ursachen, durch welche die regelmäßige Dampfentwickelung gestört wird, so wie auch aus mehr als einem Grunde viel Wärme verloren geht. Hiervon soll das eine und das andere ausführlicher entwickelt werden nebst Angabe der gebräuchlichen oder vorgeschlagenen Mittel zur Erreichung der vorgenannten Zwecke.

---

*) Das Gesetz schreibt eine Probe mit dem dreifachen gewöhnlichen Drucke vor, wenn der Dampf eine hohe Spannung haben soll. Es ist noch immer eine Frage, ob die Sicherheit nicht eben so groß seyn würde und ob es für die leichtere Construction und die Erhaltung der Kessel nicht besser seyn dürfte, diese Bestimmung auf den 1½ oder auf den zweifachen Druck zu setzen, unter der Bedingung, daß die Kessel öfters geprüft werden müssen. In einem solchen Falle würde die Dampfprobe meistentheils ohne Furcht geschehen können und einen Vorzug vor der Wasserprobe verdienen; aber es ist hier nicht der Ort, eine Meinung über diesen Punkt aus einander zu setzen.

a) **Bedeckung der Kessel.** Wenn ein gewöhnlicher wagenförmiger oder cylindrischer Kessel (derselbe stehe unter einem Obdache oder in einem verschlossenen Gebäude oder nicht) in einem Ofen eingemauert ist, so pflegt die Ofenmauer nur $2\frac{1}{2}$ bis 3 Palmen über die Feuerzüge emporgeführt zu werden. Die Kesselhaube ragt deshalb zum Theil und manchmal zum großen Theil aus dem Ofen hervor und ist ganz und gar entblößt. Aus dieser Haube findet eine beträchtliche Wärmeausstrahlung statt, und hierdurch entsteht auf Kosten des Brennstoffes ein ansehnlicher Wärmeverlust, welcher desto größer ist, wenn die Kesselhaube der Luft eine größere Oberfläche darbietet, und wenn Dampf von einem höhern Druck erzeugt werden muß (vergl. 1ste Abth. Art. 27).

Das einzige, jedoch auch das **ausreichende** Mittel, um diesen Verlust, wenn auch nicht ganz, doch wenigstens zum großen Theil zu verhüten, besteht in dem Bedecken oder in dem Bekleiden der Haube mit einem Stoffe, der die Wärme schlecht leitet. Diese Ueberdeckung wird auf die Weise bewerkstelligt, daß man über die Haube ein Gewölbe von der Stärke eines halben Steines führt, oder daß man vielmehr erst die Haube mit einer Lage trockner, zerkleinerter und feiner weißer Torfasche bedeckt (man kann auch dazu Holzkohle nehmen, die jedoch nicht so gut ist) und alsdann mit einer hölzernen, durch Reife zusammengebundenen Kufe, oder auch mit einem steinernen Gewölbe, wenn der Kessel in der freien Luft stehen soll. Noch besser ist es, die Kesselhaube mit einer hölzernen, auf eisernen Bogen ruhenden Kufe zu umgeben, welche 1 bis $1\frac{1}{2}$ Palmen von der Haube absteht und mit Mauerwerk überdeckt wird, wenn der Kessel in der freien Luft stehen muß; der Raum zwischen der Kufe und der Kesselhaube kann leer bleiben (weil eine einge-

schlossene Luftschicht auch ein schlechter Wärmeleiter ist), oder locker mit Heerdasche gefüllt werden.

b) Reinigung der Kessel. Wenn der Boden eines Dampfkessels oder derjenige Theil seiner Wand, welcher über dem Feuer liegt, mit einer dikken Rinde vom Niederschlage der festen Stoffe, die in dem verdampften Wasser sich befanden, belegt ist, so muß die Wärme durch diese kalkige oder salzige Rinde durchdringen; und weil dieses nicht gut geschehen kann, ohne eine außergewöhnliche Feuergluth und ohne daß auch zuweilen das Metall des Kessels glühend wird, so liegt es auf der Hand, daß die Reinigung des Kessels zur wesentlichen Erhaltung desselben, und zur Ersparniß von Brennstoff von großem Belang ist und eine sorgfältige Aufmerksamkeit erheischt.

Man muß hier darauf hinarbeiten, daß

1) Die niedergeschlagenen oder zur Verdampfung untauglichen und zurückgebliebenen Stoffe (mit einem Worte der Niederschlag) sich nicht in Gestalt einer harten Rinde am Kesselboden ansetzen, wodurch man zum großen Nachtheile des Kessels und nicht ohne viel Schwierigkeit, Kosten und Aufenthalt genöthigt wird, diese Rinde vom Boden abzuhauen.

2) Daß die genannten Stoffe sich so wenig als nur möglich an demjenigen Theile des Bodens ansetzen, welcher über dem Feuer liegt.

3) Daß das Wasser, wo es geschehen kann, so viel wie möglich befreit oder gereinigt werde von den festen Stoffen, mit denen es geschwängert ist.

4) Daß der Kessel nach der Erfahrung, welche man mit der Art von Wasser, welche gebraucht wird, erlangt hat, immer nach regelmäßigen Zeiträumen gereinigt werde.

kann. Ueber der Mündung A befinde sich eine zum Theil runde eiserne Rolle (hohl gegossen), welche von der Dampfmaschine eine langsame umdrehende Bewegung empfängt, dergestalt durch Versuche oder Erfahrung regulirt, daß der runde Theil der Oberfläche der Rolle in Berührung steht mit den Platten ab und de während der ganzen Zeit, die gewöhnlich zwischen einem zweimaligen successiven Aufwerfen frischer Kohlen verstreicht; denn während des übrigen Theiles der Zeit einer Umdrehung müssen die Kohlen zwischen der platten Seite der Rolle und der Platte ab durchfallen können, wie aus der Figur ersichtlich ist.

Die wahre Stellung der Rolle und der Abstand ihrer platten Seite von der Platte ab werden sehr leicht regulirt. Man kann für diesen Zweck die Lager, in denen sich die Zapfen der Rolle drehen, wie auch die vordere Platte def beweglich machen. Die Bewegungskraft, welche erforderlich ist, um die Rolle unter den eingetragenen Kohlen in Umdrehung zu setzen, ist sehr gering, indem sie hauptsächlich in Ueberwindung der Reibung besteht.

Diese Einrichtung hat einige Aehnlichkeit mit derjenigen, welche Aitken und Steel entworfen und ausgeführt haben, bei welcher die Rolle gezahnt ist, oder vielmehr in einer konischen Raspel A Fig. 196 besteht, welche sich längs der gezahnten Platte B dreht, damit die Kohlen nicht zuvor zerkleinert zu werden brauchen, sondern im Troge selbst eine gleichmäßige Zertheilung erfahren. Eine rotirende Bewegung mit Zwischenpausen hat hier den Vorzug vor einer ununterbrochenen rotirenden Bewegung der Rolle. Um die Rolle oder Raspel in diesem Falle zu bewegen, ist größere Kraft erforderlich, aber das Uebermaß der Kraft einer Dampfmaschine ist auch mehr als zureichend, um eine solche Raspel

zur Zerkleinerung und regelmäßigen Ausbreitung der Kohlen in Thätigkeit zu erhalten; jedoch ist es nicht zu verkennen, daß dieses immer mehr oder weniger auf Kosten des Brennstoffes geschehen muß.

Die beschriebenen Einrichtungen sind hauptsächlich für den Zweck vorhanden, um den Brennstoff, ohne die Heerdthüren zu öffnen, immer nach gleichen Zeiträumen in gleicher Quantität auf den Heerd zu befördern; und man kann es bei diesen Einrichtungen, die nicht sehr complicirt und von der Construction des Heerdes unabhängig sind, meistentheils bewenden lassen. Das Oeffnen der Thür muß jedoch dann und wann stattfinden, um die Kohlen auf dem Roste zu vertheilen und, nachdem sie ausgebrannt sind, durchzustoßen u. s. w. Es war ganz natürlich, daß man sich auch Mühe gegeben hat, dieses durch Anwendung mechanischer Mittel zu vermeiden.

So hat man vorgeschlagen und auch den Versuch gemacht, die Kohlen aus einem Trog (in welchem sie von einer Raspel A Fig. 196 zerkleinert oder zerbrochen werden; oder durch einen Cylinder B Fig. 195, welcher an zwei Drittel seines Umfanges eine schwächere Krümmung hat und so weit gezahnt ist; oder zwischen zwei sich langsam drehenden eisernen Rollen, deren Oberflächen gezahnt sind, oder mit stumpfen stählernen Spitzen besetzt) auf drei oder mehr gebogene eiserne Bleche oder Schaufeln fallen zu lassen, welche mit derselben horizontalen Axe verbunden sind, die sich über der alsdann kleinen Heerdthüre mit einer mäßigen Geschwindigkeit umdreht und die Kohlen auf den Heerd wirft. Oder man läßt die Kohlen in eine hohle Schaufel von der Breite des Rostes fallen, welche, nachdem sie gefüllt ist, durch ein Paar starke Federn gegen den Rost hin gedreht wird, um auf denselben die

V ist die Heerdthür, inwendig mit feuerbeständigem Stein überkleidet und in ihrer Oeffnung mit Lehm oder Cement luftdicht schließend gemacht.

W ist der Kohlenrumpf, in welchem die Kohlen durch die Raspel X zerkleinert werden und aus welchem sie auf den Rost fallen. Dieser Rumpf ist in Bezug auf den Rost (er sey nun vor oder neben dem Ofen angebracht) so gestellt, daß die Kohlen gerade in der Richtung eines Radius des runden Rostes und beinahe auf die ganze Extension dieses Radius niederfallen, so daß beim Drehen des Rostes jeder Punkt desselben beinahe gleich viel Brennstoff zugeführt bekommt.

Die genannte Raspel ist an ihrer Axe außerhalb des Rumpfes mit einem kegelförmigen Zahnrade versehen, welches von einem andern kegelförmigen Rade an der stehenden Welle PQR getrieben wird, auf welche Weise denn die Raspel in Bewegung gesetzt wird (siehe Fig. 198).

Durch die Erfahrung kann man den Abstand der Raspel von den Platten des Troges und die Geschwindigkeit ihrer ununterbrochenen Bewegung (obschon es immer besser seyn würde, diese Bewegung mit Zwischenpausen stattfinden zu lassen) so reguliren, daß der Rost nicht überladen wird. Befände man sich in diesem Betreff noch in Ungewißheit, so würde es immer sehr leicht seyn, noch vor der Zeit einer zu großen Ueberladung des Rostes die Bewegung der Raspel X zu hemmen, denn für diesen Zweck brauchte man nur das Rad der stehenden Welle PQR, welches das Rad der Raspel X treibt, mittelst eines Hebels außer Eingriff zu setzen, der auf dieselbe Weise durch den Dampf gesteuert würde, wie die Oeffnung der Schornsteinmündung

durch ein Register regulirt wird, was augenblicklich näher erklärt werden soll *).

166) Wenn auch ein Feuerheerd regelmäßig und gleichmäßig mit Brennstoff gespeist wird, so ist die Verbrennung selbst bald mehr, bald weniger lebhaft, gleichsam als hänge dieses ab von der besondern und verschiedenen Aufgabe der Brennstoffstücken auf den Heerd, von ihrer besondern Gestalt ꝛc. Die Erwärmung kann dann nie in einem absolut gleichen Grad anhaltend erfolgen, und dadurch muß der Dampf im Kessel bald mehr, bald weniger Spannung besitzen, was man z. B. aus der tanzenden Bewegung des Zeigers im Dampfmesser wahrnehmen kann. Man hat sich nun auch bemüht, den Grad der Erwärmung möglichst gleichmäßig herzustellen, damit die Dampfspannung zur Ersparniß an Brennstoff und für den guten und leichten Gang der Maschine sich so wenig als möglich verändere. Dazu kann natürlich das Rauchregister an der Mündung des Schornsteins, oder das Luftregister am Eingange des Aschenraumes benutzt werden, um nämlich die größere oder geringere Lebhaftigkeit der Verbrennung zu reguliren, und diese Register müssen dann ganz natürlich durch die zunehmende oder abnehmende Dampfspannung selbst gesteuert werden.

Für Kessel von niederem Dampfdruck ist die Einrichtung sehr einfach. Es sey A B Fig. 200 ein Theil des Durchschnittes eines Dampfkessels, C der Schornstein, D das Rauchregister, welches aus einer gußeisernen Platte besteht, die mit sehr weniger oder

*) Nach der ursprünglichen Idee Brunton's liegt der Kohlenrumpf (ohne eine Raspel oder einen Zerkleinerungscylinder zu enthalten) dicht über der Mitte des Heerdes, und seine Mündung läuft durch einen verlängerten Theil des Kessels. Dieser complicirtern Construction sind wir hier absichtlich nicht gefolgt.

beinahe ohne alle Reibung in eisernen im Mauerwerwerk befestigten Nuthen auf- und niederbewegt werden kann; E das durch den Deckel verlängerte Ende der Speiseröhre FHI, welche weiter, als gewöhnlich ist (und auch höher, als sie sonst seyn müssen), um mit hinlänglichem Spielraume den nach Art eines Eimers hohlgegossenen eisernen Cylinder G aufnehmen zu können, welcher das Rauchregister D mittelst einer Kette balancirt, die über die Leiträder K und L geschlagen ist. Diese Kette läuft durch die Büchse ac im Mittelpunkte des Bodens des Sammelbehälters HI; an der Seite dieser Röhre oder Büchse ist der Stöpsel a mittelst einer Spindel ab mit dem Hebel gbf verbunden, durch dessen Emporheben das zugeführte Speisewasser in die Röhre F treten kann.

Das Rad K, dessen Umfang an der einen Seite mit der vertikalen Richtung der Kette spuren muß, dreht sich mit seiner Welle in den Zapfenlagern zweier Rollen de, zwischen welchen der Hebel gbf sich ungehindert bewegen kann. Dieser Hebel kann jedoch eine andere Richtung haben, so daß de ein einzelner Ständer mit gabelförmigem Ende ist, so wie auch das Rad K je nach dem besondern Stande des Schornsteins eine andere Richtung haben, oder von einer Schleuder getragen werden kann (siehe Fig. 201) u. s. w. Ist nun der Cylinder G mit oder ohne Zusatz eiserner oder bleierner Gewichte von einer solchen Schwere, daß er, wenn die Röhre F kein Wasser enthält, sehr langsam niedersinken und das Register D aufziehen kann, so muß er, wenn Wasser in der Röhre F sich befindet, auf diesem Wasser schwimmen; bei einiger Veränderung der Dampfspannung wird sich die Wasserhöhe der Röhre F sogleich verändern und der Cylinder G dann auch zugleich steigen oder fallen, wodurch das Register D

niedergelassen oder aufgezogen wird, je nachdem der Dampf an Spannung zunimmt oder abnimmt.

Wie man auf diese Weise das Rauchregister durch den Dampf steuern läßt, eben so kann man ein Luftregister steuern lassen, wodurch häufig ein besserer Effect erlangt werden kann, als durch ein Rauchregister. Auch können beide zugleich wirken, für welchen Zweck dann das Rad K nur mit einem Luftregister in Verbindung zu bringen ist; jedoch ist es besser und in manchen Hinsichten einfacher, den Cylinder G mit zwei besondern Ketten auf die beiden Register wirken zu lassen, wie in Fig. 201 angedeutet ist.

Arbeitet der Dampf mit hohem Druck, so muß die Regulirung des Feuerzuges mittelst Rauch- oder Luftregistern auf eine andere Weise bewerkstelligt werden, so wie man auch ein anderes Mittel für den Fall anzuwenden hat, daß ein Kessel von niederem Druck nicht mit einer Speiseröhre versehen ist, sondern daß das Wasser unmittelbar in denselben gepumpt wird; oder auch für den Fall, daß man bei einem bestehenden Kessel ein Mittel unabhängig von der Speiseröhre anzubringen wünscht, um den Zug des Feuers zu reguliren. Wenn auch nicht der einfachste, so scheint es doch der sicherste Weg zu seyn, die Bewegung der Register von dem Steigen und Fallen des Quecksilbers im Dampfmesser abzuleiten; denn diese Veränderungen finden bei der geringsten Veränderung der Dampfspannung mit der geringsten Behinderung statt.

Es sey z. B. A B C Fig. 202 der Dampfmesser eines Kessels, in welchem hochdrückender Dampf erzeugt wird. Der eiserne Schwimmer a b, welcher mit dem Quecksilber steigt und fällt, sey hier größer als gewöhnlich und bestehe z. B. aus einem hohlen eisernen Cylinderchen mit Blei gefüllt von ungefähr

5 niederländischen Zollen Durchmesser und 1 Palm Länge, so daß er ungefähr ein Gewicht von zwei niederländischen Pfunden hat. Der oberste Theil CD der Röhre des Dampfmessers, in welcher der Schwimmer thätig seyn soll, muß dann natürlich weiter seyn, als der unterste Theil und beinahe 1 Zoll weiter, als der Durchmesser des Schwimmers. Eine geringere Größe und Schwere des Schwimmers kann auch genügen, sobald man seine Spindel außerhalb der Röhre mit etwas Gewicht c belastet. Diese Spindel läuft bei d und e durch ein Paar Leitaugen, um sich so viel wie möglich in vertikaler Richtung zu bewegen.

Der Zeiger F, welcher auf der abgetheilten Skale GH die Dampfspannung angibt, ist wie gewöhnlich mit der Spindel des Schwimmers durch eine Schnur verbunden, die über das kupferne Leitrad E geschlagen ist, welches sich sehr leicht drehen muß. Der Durchmesser dieses Rades braucht nicht über 6 oder 8 Zoll groß zu seyn. An der andern Seite des Rades ist die Schnur mit einem kleinern Gewicht p von z. B. 5 oder 8 Unzen belastet, welches allein dazu dient, die Schnur gut gespannt zu erhalten, die Reibung der Rolle E zu überwinden und also keineswegs im Stande ist, den belasteten Schwimmer vom Quecksilber emporzuheben.

Das Register I wird balancirt durch ein Gewicht K, und die Kette, welche beide verbindet, sey über das Leitrad L geschlagen, dessen Zapfen im Fall der Noth auf Frictionsrollen liegen, um sich sehr leicht drehen zu können. An der kurzen Axe dieses Leitrades ist ein kleineres Rad oder eine Scheibe f aufgezogen, ungefähr von gleicher Größe mit der Leitrolle E. Ein am Umfange der Rolle E (oder am Umfange einer kleinen Rolle, die neben E auf derselben Axe sitzt) befestigtes Kettchen läuft

über die kleinen Leitrollen g und h nach der Rolle f, an deren Umfange dieses Kettchen mit einem Nagel befestigt und ferner mit einem kleinen Gewicht q von z. B. 6 bis 8 Unzen belastet ist. Es ist begreiflich, daß das Steigen oder Fallen des Schwimmers a b bei einer Veränderung der Dampfspannung ein eben so großes Fallen oder Steigen des Gewichtes q verursachen müsse, so daß auch das Register l dem gemäß fällt oder steigt. Aber da die Bewegung des Quecksilbers immer gering ist, so muß die Rolle L einen viel größern Durchmesser haben, als die kleinere Rolle f, damit das Register keine unmerkliche und dem Zweck nicht entsprechende Bewegung mitgetheilt erhalte. Wenn man, wo dieses angeht, die Rolle L zehnmal bis dreizehnmal größer seyn läßt, als die kleinere Rolle f, so wird die Bewegung des Registers ziemlich in der Extension stattfinden, als ob sie durch einen Wasserschwimmer Fig. 200 regulirt würde.

Man kann die Einrichtung auch noch anders treffen, nämlich den Quecksilberschwimmer hohl machen und denselben allein mit zwei Kettchen auf die kleine Rolle f wirken lassen, während dann in demselben der gewöhnliche Quecksilberschwimmer, der mit dem Zeiger F in Verbindung steht, angebracht wird ꝛc.

§. VIII.

Einrichtungen von rauchverbrennenden Heerden.

167) Rauchverbrennende Heerde haben zum Zweck, den dicken Rauch zu verbrennen, welcher aus den noch nicht durchglühten Steinkohlen in den Schornstein zieht, damit eben derselbe außerhalb des Schornsteines keine rußigen Theile niederschlage und man zur Ersparung von Brennstoff Vortheil ziehen könne aus den brennbaren Theilen, welche sich in

diesem Rauche befinden. Mangel an Luft, oder zu viel einströmende Luft, so wie der Mangel einer sehr hohen Feuerhitze sind meistentheils die Ursachen, daß der Rauch nicht verbrennt.

Man hat viele Einrichtungen von rauchverbrennenden Heerden ausgesonnen und angewendet, aber sehr wenige oder vielmehr keine haben auf eine in jeder Hinsicht genügende Weise und ohne vermehrte Consumtion des Brennstoffes dem Zweck entsprochen *).

James Watt hat mehr als einen Entwurf eines rauchverbrennenden Heerdes gemacht. Ueber seinen ersten Entwurf wird es sich nöthig machen, einige Erklärung zu geben, weil derselbe weniger dem Zweck entsprochen hat, und Watt auch nachher bei der Construction seiner Oefen von demselben abgegangen ist. Der Grundsatz der Construction dieser Oefen war jedoch in jeder Hinsicht zweckmäßig, nämlich daß die Verbrennung der auf den Heerd gegebenen Brennstoffe nach und nach fortschreiten solle vom vordersten Theile des Rostes nach hinten, so daß der Rauch und der Dampf, welcher aus den frisch aufgetragenen und noch nicht durchglühten Steinkohlen entwickelt wird, in die Flamme der lebhaft brennenden und durch und durch glühenden Stoffe mittelst eines schwachen Luftstromes getrieben werde. Dieser Grundsatz ist in der Construction vieler anderen rauchverbrennenden Heerde als Basis angenom-

*) Man berücksichtige wohl, daß hier blos von rauchverbrennenden Heerden die Rede ist, denn um den Rauch blos wegzunehmen, kann man sich eines Gebläses oder eines sehr hohen Schornsteins, oder eines zweiten Schornsteins bedienen, in welchem der Rauch mit Wasser condensirt wird. (Man vergleiche, was hierüber §. II. Art. 135 gesagt ist.)

men worden, und Watt hat denselben auch so viel wie möglich in der Construction seiner Oefen fortwährend befolgt, wovon man sich überzeugen kann, wenn man nochmals die Einrichtung der gewöhnlichen Dampfkesselheerde, ferner die Art und Weise, wie sie geheitzt und mit Brennstoff gespeist werden müssen, durchgehen will. Eine sehr vollkommene Rauchverbrennung geben sie freilich nicht und können dieselbe auch nicht gewähren, obschon man einen Strom äußerer Luft auf den Rauch streichen ließ, um ihn mehr niederwärts in die Flamme zu treiben, was nicht einmal immer rathsam ist. Man braucht für diesen Behuf die Heerdthür in ihrer Mitte nur mit ein Paar rechtwinkligen Oeffnungen zu versehen, oder über die Thür ein Paar enge Röhren zu legen, welche in geneigter Richtung durchs Mauerwerk oder durch die vordere Wand des Kessels laufen. Die genannten Oeffnungen oder Röhren müssen mit kleinen Schiebern geschlossen und mehr oder weniger geöffnet werden können.

Eine Einrichtung von Roberton, welche mehrmals mit einigem Erfolg angewendet worden ist, beruht auf demselben Grundsatze wie Watt's Einrichtung und hat in ihren einzelnen Theilen auch viel Aehnlichkeit mit derselben; da jedoch nach dieser letzten Einrichtung das Feuer auf einem steinernen Boden lag und nicht auf einem Roste, auch von unten keine Luft empfing, und weil das Feuer nicht unmittelbar unter dem Kessel angezündet wurde, so konnte es auch weniger dem beabsichtigten Zwecke entsprechen.

In Roberton's Ofen werden die Kohlen auf den Heerd gebracht durch eine trichterförmige Mündung AB Fig. 203, welche über der Heerdthür C angebracht ist. Diese Mündung oder Rumpf ist immer gefüllt, so daß wenig oder keine Luft durch-

Fig. 206), so daß diese dann mehr oder weniger gegen den Rauch getrieben wird, so wie der Rauch auch in die Flamme strömt. Derjenige Theil der Luft, welcher an der Hintermauer emporsteigt, vollendet die Verbrennung des Rauches und kann den Kesselboden nicht im Geringsten abkühlen. Die Kanäle, durch welche die Luft hinter dem Heerde einströmt, können in dem Mauerwerk angebracht werden, oder man kann dieselben aus eisernen Röhren bestehen lassen, welche bei der Aufführung des Ofens in das Mauerwerk gelegt werden. Die erste Einrichtung ist besser, als die letztere.

Der Heerd Brunton's mit dem Drehroste Fig. 197 kann als ein Heerd betrachtet werden, der den Rauch auf eine sehr vollkommene Weise verbrennt; denn durch das Drehen des Rostes werden die Flamme und der Rauch so zu sagen auf alle Punkte des Heerdes gebracht, und der Rauch wird deshalb immer durch die Flamme geführt, während seine fernere Verbrennung (ganz so wie bei der Einrichtung Thomson's) dadurch erfolgt, daß er über die hintere Mauer Y und unter dem Bogen der Scheidewand Z tritt, unter welchem die Flamme mit einer durch das Register X einströmenden Quantität reiner Luft gespeist wird. Man hat gefunden

1) daß in Oefen, welche nach dem Plane Brunton's eingerichtet und mit einem hohen Schornsteine versehen sind, der Rauch beinahe vollkommen verbrannt wird, so daß derselbe, ohne einige Belästigung in der Nähe des Schornsteines zu verursachen, als ein leichter Dampf aus demselben sich erhob;

2) daß die Ersparniß an Brennstoff in manchen Fällen $\frac{1}{4}$ betragen konnte, was beträchtlich ist;

3) daß die Rostoberfläche bis auf $\frac{2}{3}$ der Oberfläche reducirt werden konnte, die man bei der ge-

wöhnlichen Einrichtung annehmen muß. Daraus geht unverkennbar hervor, daß Brunton's Heerd vor andern Heerden sehr wesentliche Vortheile darbietet, sobald man nämlich über einige Bewegungskraft verfügen kann u. s. w.

168) Von James Watt haben wir noch einen andern Entwurf eines rauchverbrennenden Heerdes, nach welchem in dem Ofen ein zweites Feuer und zwar ein Feuer von abgeschwefelten Steinkohlen angezündet wird, über welches der unverbrannte Rauch des Kohlenfeuers streicht, um verbrannt zu werden. Dieses zweite Feuer kann angebracht werden im ersten umlaufenden Feuerzuge am vordern Ende des Ofens und deshalb zur Seite des großen Heerdes. Dieses Feuer wird besonders angezündet und empfängt auch von unten eine gewisse Quantität Luft.

Einen solchen Heerd kann man sich sehr gut im Geiste denken, und ohne Zweifel wird durch dieses zweite Feuer die Verbrennung des Rauches auf eine sehr vollständige Weise bewerkstelligt, wie auch durch dasselbe der Zug sehr befördert werden kann. Aber zweckmäßiger würde es seyn und sicherlich von vortheilhafterem Erfolge, wenn man den Rauch nicht über das zweite Feuer an der Seite des Kessels, sondern durch dieses Feuer (von unten nach oben) und unter den Kesselboden selbst strömen ließe.

Es sey z. B. A Fig. 207 der Heerd eines gewöhnlichen Dampfkesselofens; B die Hintermauer des Heerdes; C ein gemauerter Bogen oder eine Scheidewand, hinter welcher ein kleiner Rost D in der Richtung der Breite des Kessels angebracht ist. Auf diesem Roste werden abgeschwefelte Steinkohlen oder durchglühte Steinkohlenstücken des Heerdes A gebrannt, welcher Brenn-

beinahe ohne alle Reibung in eisernen im Mauerwerwerk befestigten Ruthen auf- und niederbewegt werden kann; E das durch den Deckel verlängerte Ende der Speiseröhre FHI, welche weiter, als gewöhnlich ist (und auch höher, als sie sonst seyn müssen), um mit hinlänglichem Spielraume den nach Art eines Eimers hohlgegossenen eisernen Cylinder G aufnehmen zu können, welcher das Rauchregister D mittelst einer Kette balancirt, die über die Leiträder K und L geschlagen ist. Diese Kette läuft durch die Büchse a c im Mittelpunkte des Bodens des Sammelbehälters HI; an der Seite dieser Röhre oder Büchse ist der Stöpsel a mittelst einer Spindel a b mit dem Hebel g b f verbunden, durch dessen Emporheben das zugeführte Speisewasser in die Röhre F treten kann.

Das Rad K, dessen Umfang an der einen Seite mit der vertikalen Richtung der Kette spuren muß, dreht sich mit seiner Welle in den Zapfenlagern zweier Rollen d e, zwischen welchen der Hebel g b f sich ungehindert bewegen kann. Dieser Hebel kann jedoch eine andere Richtung haben, so daß d e ein einzelner Ständer mit gabelförmigem Ende ist, so wie auch das Rad K je nach dem besondern Stande des Schornsteins eine andere Richtung haben, oder von einer Schleuder getragen werden kann (siehe Fig. 201) u. s. w. Ist nun der Cylinder G mit oder ohne Zusatz eiserner oder bleierner Gewichte von einer solchen Schwere, daß er, wenn die Röhre F kein Wasser enthält, sehr langsam niedersinken und das Register D aufziehen kann, so muß er, wenn Wasser in der Röhre F sich befindet, auf diesem Wasser schwimmen; bei einiger Veränderung der Dampfspannung wird sich die Wasserhöhe der Röhre F sogleich verändern und der Cylinder G dann auch zugleich steigen oder fallen, wodurch das Register D

dem Kessel zugeführt wird, als aus demselben in Gestalt von Dampf entweicht; die Sicherheitsventile und andere Sicherheitsvorrichtungen oder Sicherheitsmittel, um den Dampf ausströmen zu lassen, wenn man aufhört, den Kessel zu heizen, und wenn der Dampf eine zu hohe Spannung erlangt haben sollte; sie dienen auch, um zu verhüten, daß der Dampf eine zu hohe Spannung bekommt, und um dieses zu erkennen, wenn es der Fall seyn sollte, und zeigen auch auf eine unfehlbare Weise an, daß Wassermangel im Kessel besteht.

Ueber diese Theile wird im gegenwärtigen Capitel, mit Bezugnahme auf das Maaß, die besondere Form und zweckmäßige Einrichtung derselben, umständlich gehandelt. Der Dienst dieser Theile, den wir eben in der Kürze wiederholt haben, ist in der vorhergehenden Abtheilung dieses Werkes hinlänglich erklärt.

§. I.

Ueber das Dampfrohr.

169. Hinsichtlich des Dampfrohres hat man zu achten auf seine Länge, Weite und Dicke; auf seinen Ort oder Stand auf dem Kessel, seine besondere Einrichtung und seinen Lauf nach der Maschine; endlich auf seine Zusammensetzung aus verschiedenen Stücken, wenn der Abstand von der Maschine dieses erfordert, und letzteres ist meistentheils der Fall.

Dimensionen des Dampfrohres. Ohne noch Rücksicht zu nehmen auf die Länge des Dampfrohres, welche meistens durch die Größe und den Ort des Kessels und diejenige der Maschine bestimmt ist, so muß es eine Weite haben, welche

groß genug ist, um z. B. die in jeder Secunde nöthige Quantität Dampf durchzulassen. Nach Art. 30 der 1sten Abth. ist die Quantität der geleisteten Wirkung um desto größer, je weniger die Durchmesser des Cylinders und des Dampfrohres differiren (dabei wird immer vorausgesetzt, daß der Cylinder von oben und von unten Dampf empfangen müsse und daß derselbe nicht auf den Kessel gestellt sey). Es würde deshalb, die Sache von dieser Seite betrachtet, am vortheilhaftesten seyn, wenn das Dampfrohr mit dem Treibcylinder einerlei Weite hätte. Je weiter jedoch das Dampfrohr ist, desto größer ist seine Oberfläche und desto mehr Dampf oder Dampfspannung geht durch Abkühlung verloren. Streicht der Dampf ferner in einem weitern Dampfrohre mit einer kleinern Geschwindigkeit nach dem Cylinder, so nimmt auch mit der Abnahme der Geschwindigkeit der Verlust durch Abkühlung zu.

Der Verlust an Geschwindigkeit, den der Dampf wegen der stattfindenden Zusammenziehung in den Krümmungen und Mündungen und wegen der Reibung an der innern Seite der Röhre erfährt, wird wiederum immer geringer, je größer der Durchmesser der Röhre ist. Endlich ist im Gegensatze die Verfertigung einer engern Röhre und die Verbindung derselben mit dem Kessel und dem Cylinder leichter und weniger kostbar, als diejenige einer weitern Röhre, deren Schwere auch wegen größerer Weite und beträchtlicherer Metalldicke vielmehr austragen muß. Die Erfahrung selbst schreibt in dieser Hinsicht die Grenzen der Weite einer Dampfröhre vor, während die Dampföffnungen im Cylinder oder in der Dampfkammer, die Dampfschubladen oder Ventile u. s. w. nicht nach Belieben vergrößert werden können.

Es läßt sich hieraus abnehmen, daß eine mathematische Bestimmung der Weite des Dampfrohres keine leichte Sache sey, oder man kann vielmehr sagen, daß es beinahe unthunlich ist, in jedem besondern Falle eine solche Weite für's Dampfrohr durch genaue Berechnung festzustellen, daß sie die meisten Vortheile und die wenigsten Nachtheile weiterer und engerer Röhren besitzt, so daß der Dampf mit dem geringsten Verlust an Verkühlung und Geschwindigkeit durchfließe und auch keine Schwierigkeiten der Construction vorhanden sind.

Ueber die Quantität des Verlustes an Geschwindigkeit, welche durch die Reibung des Dampfes an der Wand der Röhre entsteht, und welche Reibung wiederum abhängig ist von der Geschwindigkeit und Temperatur des Dampfes, von dem Stoff der Röhre, von ihrer Weite, Länge und Richtung läßt sich nicht viel mit Zuverlässigkeit angeben; und wenn man noch zugeben muß, daß die Berechnung der Quantität der Abkühlung und des Verlustes an Druck durch Mittheilung von Geschwindigkeit auch bei weitem nicht genau in's Werk zu setzen ist, so muß, um irgend eine Berechnung anzustellen, der Verlust an Spannung, dadurch entstehend, daß dem Kolben Geschwindigkeit mitgetheilt wird, immer aproximativ bekannt seyn. Eine Berechnung durch Annäherung wird dadurch nicht allein sehr umständlich, sondern man muß auch sich in jedem Fall einigermaßen auf dasjenige beschränken, was in der Praxis befolgt wird, und eigentlich wird hier verlangt, die Regeln aufzuspüren, denen man in der Praxis folgen muß; denn es ist schwierig zu wissen, was die Erfahrung als das Beste lehrt.

Der Dampf strömt allein durch das Dampfrohr wegen der Bewegung des Kolbens, nämlich weil die Spannung des Dampfes im Cylinder geringer

ist als im Kessel. Diese Abnahme der Spannung ist eine Folge der Abkühlung des Dampfes, wie auch, worauf hier allein geachtet werden muß, eine Folge des Verlustes eines Theiles des Druckes, der nöthig ist, um Bewegung oder Geschwindigkeit mitzutheilen, um die Reibung an der Wand der Dampfröhre zu überwinden und um die Zusammenziehungen in Rechnung zu bringen. Es betrage derjenige Theil der totalen Spannung, welcher zur Mittheilung der Bewegung erforderlich ist = n, so wird, wenn dann die Dampfspannung im Kessel = H Ellen Quecksilber ist, diejenige im Cylinder gemessen durch

$$(1 - n) H.$$

Die Oberfläche des Durchschnittes der Dampfröhre sey = o, die des Kolbens = O; die Geschwindigkeit des Kolbens = S; so muß, weil in derselben Zeit die Dampfquantitäten, welche durch das Dampfrohr und durch den Cylinder fließen, gleich seyn müssen, die Geschwindigkeit der Strömung im Dampfrohre seyn:

$$s = \frac{OS}{o}.$$

Dabei wird indessen vorausgesetzt, daß die Dichtigkeit des Dampfes unveränderlich sey; es ist jedoch die Dichtigkeit des Dampfes im Cylinder geringer als diejenige im Kessel, und da die Dichtigkeiten proportional sind den Dampfspannungen, so sind sie auch H und $(1 - n)$ H proportional. Die eigentliche Dampfquantität, welche durch den Cylinder fließt, ist dann $= (1 - n)$ HOS, und diejenige, welche in derselben Zeit durch das Dampfrohr fließt, ist = oHs; darum wird die Geschwindigkeit des Durchfließens im Dampfrohre

men worden, und Watt hat denselben auch so viel wie möglich in der Construction seiner Oefen fortwährend befolgt, wovon man sich überzeugen kann, wenn man nochmals die Einrichtung der gewöhnlichen Dampfkesselheerde, ferner die Art und Weise, wie sie geheizt und mit Brennstoff gespeist werden müssen, durchgehen will. Eine sehr vollkommene Rauchverbrennung geben sie freilich nicht und können dieselbe auch nicht gewähren, obschon man einen Strom äußerer Luft auf den Rauch streichen ließ, um ihn mehr niederwärts in die Flamme zu treiben, was nicht einmal immer rathsam ist. Man braucht für diesen Behuf die Heerdthür in ihrer Mitte nur mit ein Paar rechtwinkligen Oeffnungen zu versehen, oder über die Thür ein Paar enge Röhren zu legen, welche in geneigter Richtung durchs Mauerwerk oder durch die vordere Wand des Kessels laufen. Die genannten Oeffnungen oder Röhren müssen mit kleinen Schiebern geschlossen und mehr oder weniger geöffnet werden können.

Eine Einrichtung von Roberton, welche mehrmals mit einigem Erfolg angewendet worden ist, beruht auf demselben Grundsatze wie Watt's Einrichtung und hat in ihren einzelnen Theilen auch viel Aehnlichkeit mit derselben; da jedoch nach dieser letzten Einrichtung das Feuer auf einem steinernen Boden lag und nicht auf einem Roste, auch von unten keine Luft empfing, und weil das Feuer nicht unmittelbar unter dem Kessel angezündet wurde, so konnte es auch weniger dem beabsichtigten Zwecke entsprechen.

In Roberton's Ofen werden die Kohlen auf den Heerd gebracht durch eine trichterförmige Mündung AB Fig. 203, welche über der Heerdthür C angebracht ist. Diese Mündung oder Rumpf ist immer gefüllt, so daß wenig oder keine Luft durch-

der Dampfspannung, welcher für die Mittheilung der Bewegung erfordert wird, ist indessen nicht bekannt, sobald der Durchschnitt des Dampfrohres nicht gegeben ist, und die Aufgabe ist also unauflöslich, wenn man nicht von dem ausgeht, was in der Praxis gebräuchlich ist oder angenommen wird. Dieses ist nun sehr verschieden. Für Dampfrohre von niedrig drückenden Maschinen ist der Durchschnitt ungefähr $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{22}$ der Oberfläche des Kolbens. Aber diese Regel kann nicht als unveränderlich angenommen werden; denn kleine Maschinen bedürfen verhältnißmäßig mehr Dampf als größere, und für diese letztern kann deshalb das Dampfrohr verhältnißmäßig weniger weit genommen werden, als für die ersteren. Maschinen mit einem kurzen Kolbenzuge consumiren weniger Dampf, als Maschinen mit einem langen Kolbenzuge, weil die Geschwindigkeit des Kolbens mit seinem Zuge oder Schub zunimmt, und die Dampfröhren für die ersteren Maschinen können deshalb enger genommen werden, als für die letzten. Wenn das Dampfrohr eine größere Länge hat, geht mehr verloren durch Reibung und Abkühlung, als wenn die Länge des Rohres geringer ist, und es ist alsdann ein weiteres Dampfrohr nöthig. Für Maschinen von hohem und von mittlern Druck läßt sich dasselbe bemerken, indessen kann für diese das Dampfrohr im Allgemeinen verhältnißmäßig enger genommen werden, weil in einem weitern Rohre die Abkühlung zu beträchtlich werden kann und weil auch der Dampf von einem höhern Druck eine raschere Strömung hat, wie gering übrigens auch dieses Plus der Strömung seyn möge.

Da also die Oeffnung des Dampfrohres hauptsächlich regulirt werden muß nach der Quantität des Dampfes, welche in einer bestimmten Zeit durch das-

einem Register F größer oder kleiner gemacht werden kann.

Die Heerdthür E enthält eine rechtwinklige Oeffnung, durch welche die Luft auf die frischen Kohlen strömen und durch welche man zugleich das Feuer schüren kann.

Der Grundsatz dieser Construction ist wiederum derselbe, auf welchen Watt die Einrichtung seines Ofens gründete. Ohne Zweifel findet hier eine sehr vollkommene Verbrennung des Rauches statt, sobald nur die Luftströme, welche durch die Thür E und durch den Kanal D in den Ofen gelangen, nicht zu stark sind, weil sonst nicht nur das Feuer, sondern auch der Kesselboden eine wesentliche Abkühlung erfahren würden. Die Abkühlung des Feuers würde wiederum eine schlechte Verbrennung des Rauches zur Folge haben. In jedem Falle wird der Kesselboden an dem vordern Ende über dem Roste wenig erwärmt und über der Hintermauer C ist die Erhitzung sehr groß, was ein wesentlicher Fehler ist.

Um diesem Fehler abzuhelfen und zu vermeiden, daß der Kesselboden durch den Luftstrom D abgekühlt werde, würde es besser seyn, den Heerd wie gewöhnlich einzurichten und den Bogen B hinter demselben anzubringen (siehe Fig. 205), so daß der Luftstrom durch den Kanal A gerade unter diesem Bogen gegen den heißen Rauch und gegen die hinterwärts streichende Flamme einströmte. Dieser Kanal A muß mit einem Register versehen werden, und die Luft aus dem Aschenraume kann in denselben einstreichen, nachdem sie erst längs den Roststangen über die Zunge CD gezogen und bis zu einem gewissen Grad erwärmt worden ist.

Wenn die Roststangen sehr schräg liegen, so kann man den Luftstrom auch in einer beinahe horizontalen Richtung auf die Flamme leiten (siehe

ein nach der Tabelle II, die zur 1. Abth. gehört, daß V ungefähr = 1330 sey; ferner ist S = 0,9 Ellen. Die Formel (1) wird deshalb für diesen Fall

$$o = 1{,}46 \cdot \frac{0{,}9 \cdot O}{\sqrt{1330 \cdot 0{,}99}} = 1{,}314 \cdot \frac{O}{\sqrt{1316{,}7}}$$

$$= \frac{1{,}214}{36{,}28} \cdot O = \text{beinahe } \frac{1}{27{,}6}\, O,$$

d. h. die Oberfläche des Dampfröhrendurchschnittes muß reichlich $\frac{1}{27}$ der Oberfläche des Kolbens betragen. Die Quadratwurzel aus dieser Zahl lehrt alsdann, daß der Durchmesser des Dampfrohres = $\frac{10}{52}$ des Kolbendurchmessers seyn müsse.

Wir wollen ferner annehmen, es werde dieselbe Aufgabe gestellt für eine Maschine von hohem Druck, für welche der Dampf im Kessel eine Spannung von 4 Atmosphären haben und die Geschwindigkeit des Kolbens 11 Palmen betragen soll.

Nach Tabelle IV. der 1. Abth. ist H = 3,04 und V = 477,62; deshalb wird die Formel (2)

$$o = 0{,}8401 \cdot \frac{1{,}1 \cdot O}{\sqrt{3{,}04 \cdot 477{,}62}} = 0{,}92411$$

$$\cdot \frac{O}{\sqrt{1452}} = \frac{0{,}92411}{38{,}1} \cdot O = \text{reichlich } \frac{1}{41} \cdot O;$$

und der Durchmesser des Dampfrohres wird folglich = $\frac{5}{32}$ des Kolbendurchmessers.

Man kann auch die Oberfläche des Dampfröhrendurchschnittes für jede Maschine auf die Pferdekraft, oder auf die Quadratelle Heitzoberfläche des Kessels berechnen, was mit Hülfe der Grundsätze des vorhergehenden Kapitels §. I und

mit denen von §. VI und §. III des 1. u. 2. Kap. der 2 Abth. keine Schwierigkeit macht.

Wenn das Dampfrohr eine beträchtliche Länge besitzt, so muß seine Weite etwas größer genommen werden; der Dampf ist dann zwar einer größern Abkühlung ausgesetzt, aber davor kann man ihn immer mehr oder weniger schützen, wie gleich näher angegeben werden soll.

Länge des Dampfrohres. Die Länge des Dampfrohres hängt ganz und gar ab von den örtlichen Umständen. Man sorge nur, daß der Kessel in Bezug auf die Maschine oder diese letztere in Bezug auf den Kessel eine solche Stellung bekommen könne, daß das Dampfrohr eine kleinst mögliche Länge habe, Krümmungen und Winkel darunter begriffen.

Metalldicke des Dampfrohres. Die Dampfröhren bestehen meistentheils aus Gußeisen und manchmal, wenn sie einen sehr kleinen Durchmesser haben, oder sehr leicht seyn sollen, aus geschlagenem Kupfer. Um die Dicke derselben zu bestimmen, kann man die Formeln (1) und (3) benutzen, welche in §. VI des vorhergehenden Kapitels angegeben sind. Das Resultat dieser Berechnung wird jedoch immer eine sehr geringe Dicke geben, und um die Fehler des Gusses oder des Walzens und Löthens in Anschlag zu bringen, muß man die Dicke bei Gußeisen um 10 bis 12 Linien, und bei geschlagenem Kupfer um 2 oder 3 Linien vermehren. Meistentheils sind diese letztern Maaße ausreichend, ohne daß man einer weitern Berechnung bedarf.

170. Stellung und Einrichtung des Dampfrohres. Der Stand oder der Befestigungspunkt des Dampfrohres auf dem Kessel ist nicht willkührlich. Wenn es möglich ist, muß das

stoff an der Seite durch einen verschlossenen Rumpf eingeführt werden kann. Der Rauch des Heerdes A muß deshalb mit einer geringen Quantität Luft (welche in den Aschenraum E des kleinen Heerdes D strömt und zwar durch eine kleine Oeffnung der gutschließenden Thüren dieses Aschenraumes) durch das Feuer des Heerdes D streichen. Eine vollkommene Verbrennung dieses Rauches muß dabei stattfinden, aber Brennstoff wird auf diese Weise beinahe gar nicht erspart werden können; ja es wird sogar eine größere Quantität Brennstoff consumirt werden, wenn man, um den Heerd D zu heizen, Steinkohlen erst besonders für diesen Zweck abschwefeln muß.

Zweites Kapitel.

Ueber die Dimensionen, die Formen und zweckmäßigen Einrichtungen der Stücke, welche auf Dampfmaschinenkesseln angebracht oder mit denselben verbunden sind.

Die Stücke, welche auf einen Dampfkessel gesetzt, oder mit demselben verbunden werden, sind: die Dampfröhre, durch welche der Dampf aus dem Kessel in die Maschine geleitet wird; der Dampfmesser, welcher dazu dient, die Spannung des Dampfes zu erkennen; der Wasserzeiger, um den Rand oder die Höhe des Wassers im Kessel wahrzunehmen; die bedeckte Büchse zum Eingang in den Kessel; die Luftklappe, um Luft in den Kessel zu lassen, wenn in demselben kein Dampf erzeugt wird; die Speiseröhre oder vielmehr der Speiseapparat, durch welchen stets soviel Wasser

dem Kessel zugeführt wird, als aus demselben in Gestalt von Dampf entweicht; die Sicherheitsventile und andere Sicherheitsvorrichtungen oder Sicherheitsmittel, um den Dampf ausströmen zu lassen, wenn man aufhört, den Kessel zu heizen, und wenn der Dampf eine zu hohe Spannung erlangt haben sollte; sie dienen auch, um zu verhüten, daß der Dampf eine zu hohe Spannung bekommt, und um dieses zu erkennen, wenn es der Fall seyn sollte, und zeigen auch auf eine unfehlbare Weise an, daß Wassermangel im Kessel besteht.

Ueber diese Theile wird im gegenwärtigen Capitel, mit Bezugnahme auf das Maaß, die besondere Form und zweckmäßige Einrichtung derselben, umständlich gehandelt. Der Dienst dieser Theile, den wir eben in der Kürze wiederholt haben, ist in der vorhergehenden Abtheilung dieses Werkes hinlänglich erklärt.

§. I.

Ueber das Dampfrohr.

169. Hinsichtlich des Dampfrohres hat man zu achten auf seine Länge, Weite und Dicke; auf seinen Ort oder Stand auf dem Kessel, seine besondere Einrichtung und seinen Lauf nach der Maschine; endlich auf seine Zusammensetzung aus verschiedenen Stücken, wenn der Abstand von der Maschine dieses erfordert, und letzteres ist meistentheils der Fall.

Dimensionen des Dampfrohres. Ohne noch Rücksicht zu nehmen auf die Länge des Dampfrohres, welche meistens durch die Größe und den Ort des Kessels und diejenige der Maschine bestimmt ist, so muß es eine Weite haben, welche

groß genug ist, um z. B. die in jeder Secunde nöthige Quantität Dampf durchzulassen. Nach Art. 30 der 1sten Abth. ist die Quantität der geleisteten Wirkung um desto größer, je weniger die Durchmesser des Cylinders und des Dampfrohres differiren (dabei wird immer vorausgesetzt, daß der Cylinder von oben und von unten Dampf empfangen müsse und daß derselbe nicht auf den Kessel gestellt sey). Es würde deshalb, die Sache von dieser Seite betrachtet, am vortheilhaftesten seyn, wenn das Dampfrohr mit dem Treibcylinder einerlei Weite hätte. Je weiter jedoch das Dampfrohr ist, desto größer ist seine Oberfläche und desto mehr Dampf oder Dampfspannung geht durch Abkühlung verloren. Streicht der Dampf ferner in einem weitern Dampfrohre mit einer kleinern Geschwindigkeit nach dem Cylinder, so nimmt auch mit der Abnahme der Geschwindigkeit der Verlust durch Abkühlung zu.

Der Verlust an Geschwindigkeit, den der Dampf wegen der stattfindenden Zusammenziehung in den Krümmungen und Mündungen und wegen der Reibung an der innern Seite der Röhre erfährt, wird wiederum immer geringer, je größer der Durchmesser der Röhre ist. Endlich ist im Gegensatze die Verfertigung einer engern Röhre und die Verbindung derselben mit dem Kessel und dem Cylinder leichter und weniger kostbar, als diejenige einer weitern Röhre, deren Schwere auch wegen größerer Weite und beträchtlicherer Metalldicke vielmehr austragen muß. Die Erfahrung selbst schreibt in dieser Hinsicht die Grenzen der Weite einer Dampfröhre vor, während die Dampföffnungen im Cylinder oder in der Dampfkammer, die Dampfschubladen oder Ventile u. s. w. nicht nach Belieben vergrößert werden können.

Es läßt sich hieraus abnehmen, daß eine mathematische Bestimmung der Weite des Dampfrohres keine leichte Sache sey, oder man kann vielmehr sagen, daß es beinahe unthunlich ist, in jedem besondern Falle eine solche Weite für's Dampfrohr durch genaue Berechnung festzustellen, daß sie die meisten Vortheile und die wenigsten Nachtheile weiterer und engerer Röhren besitzt, so daß der Dampf mit dem geringsten Verlust an Verkühlung und Geschwindigkeit durchfließe und auch keine Schwierigkeiten der Construction vorhanden sind.

Ueber die Quantität des Verlustes an Geschwindigkeit, welche durch die Reibung des Dampfes an der Wand der Röhre entsteht, und welche Reibung wiederum abhängig ist von der Geschwindigkeit und Temperatur des Dampfes, von dem Stoff der Röhre, von ihrer Weite, Länge und Richtung läßt sich nicht viel mit Zuverlässigkeit angeben; und wenn man noch zugeben muß, daß die Berechnung der Quantität der Abkühlung und des Verlustes an Druck durch Mittheilung von Geschwindigkeit auch bei weitem nicht genau in's Werk zu setzen ist, so muß, um irgend eine Berechnung anzustellen, der Verlust an Spannung, dadurch entstehend, daß dem Kolben Geschwindigkeit mitgetheilt wird, immer aproximativ bekannt seyn. Eine Berechnung durch Annäherung wird dadurch nicht allein sehr umständlich, sondern man muß auch sich in jedem Fall einigermaßen auf dasjenige beschränken, was in der Praxis befolgt wird, und eigentlich wird hier verlangt, die Regeln aufzuspüren, denen man in der Praxis folgen muß; denn es ist schwierig zu wissen, was die Erfahrung als das Beste lehrt.

Der Dampf strömt allein durch das Dampfrohr wegen der Bewegung des Kolbens, nämlich weil die Spannung des Dampfes im Cylinder geringer

ist als im Kessel. Diese Abnahme der Spannung ist eine Folge der Abkühlung des Dampfes, wie auch, worauf hier allein geachtet werden muß, eine Folge des Verlustes eines Theiles des Druckes, der nöthig ist, um Bewegung oder Geschwindigkeit mitzutheilen, um die Reibung an der Wand der Dampfröhre zu überwinden und um die Zusammenziehungen in Rechnung zu bringen. Es betrage derjenige Theil der totalen Spannung, welcher zur Mittheilung der Bewegung erforderlich ist $= n$, so wird, wenn dann die Dampfspannung im Kessel $= H$ Ellen Quecksilber ist, diejenige im Cylinder gemessen durch

$$(1 - n)\,H.$$

Die Oberfläche des Durchschnittes der Dampfröhre sey $= o$, die des Kolbens $= O$; die Geschwindigkeit des Kolbens $= S$; so muß, weil in derselben Zeit die Dampfquantitäten, welche durch das Dampfrohr und durch den Cylinder fließen, gleich seyn müssen, die Geschwindigkeit der Strömung im Dampfrohre seyn:

$$s = \frac{OS}{o}.$$

Dabei wird indessen vorausgesetzt, daß die Dichtigkeit des Dampfes unveränderlich sey; es ist jedoch die Dichtigkeit des Dampfes im Cylinder geringer als diejenige im Kessel, und da die Dichtigkeiten proportional sind den Dampfspannungen, so sind sie auch H und $(1 - n)\,H$ proportional. Die eigentliche Dampfquantität, welche durch den Cylinder fließt, ist dann $= (1 - n)\,HOS$, und diejenige, welche in derselben Zeit durch das Dampfrohr fließt, ist $= oHs$; darum wird die Geschwindigkeit des Durchfließens im Dampfrohre

$$s = \frac{(1-n)\,H \cdot O \cdot S}{H \cdot o} = (1-n) \cdot \frac{OS}{o}.$$

Aber nach Art. 23 1ste Abth. Formel (3) ist die Geschwindigkeit des Durchfließens (ohne die Zusammenziehung und den Widerstand der Reibung in Rechnung zu bringen) auch

$$s = 16{,}333 \sqrt{V(H-[1-n]H)} = 16{,}333 \sqrt{n\,VH}$$

(es bezeichnet nämlich V das natürliche Volumen des Dampfes, dessen Spannung = H ist); deshalb entsteht die Gleichung

$$16{,}333 \sqrt{n\,VH} = (1-n)\,\frac{OS}{o},$$

aus welcher folgt

$$o = \frac{(1-n)\,OS}{16{,}333 \sqrt{n\,VH}}.$$

Wenn alles in dieser Gleichung bekannt ist, so giebt die Berechnung derselben die Größe des Dampfröhrendurchschnittes bei einem gegebenen Durchschnitte des Cylinders und für eine bestimmte Geschwindigkeit des Kolbens. Natürlich muß dieser Durchschnitt in der Praxis größer genommen werden, weil durch Reibung, Zusammenziehung und Abkühlung des Dampfes Verluste stattfinden, die hier außer Berechnung geblieben sind; wie viel mehr genommen werden müsse, läßt sich nicht genau bestimmen und dieses muß auch in besondern Fällen verschieden seyn; ein doppelter Durchschnitt wird jedoch meistens ausreichend seyn, und wenn man dieses annehmen darf, so wird die Formel

$$o = \frac{2\,(1-n)\,OS}{16{,}333 \sqrt{n\,VH}}.$$

Um jedoch von dieser Formel Gebrauch machen zu können, muß n bekannt seyn. Derjenige Theil

der Dampfspannung, welcher für die Mittheilung der Bewegung erfordert wird, ist indessen nicht bekannt, sobald der Durchschnitt des Dampfrohres nicht gegeben ist, und die Aufgabe ist also unauflöslich, wenn man nicht von dem ausgeht, was in der Praxis gebräuchlich ist oder angenommen wird. Dieses ist nun sehr verschieden. Für Dampfrohre von niedrig drückenden Maschinen ist der Durchschnitt ungefähr $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{22}$ der Oberfläche des Kolbens. Aber diese Regel kann nicht als unveränderlich angenommen werden; denn kleine Maschinen bedürfen verhältnißmäßig mehr Dampf als größere, und für diese letztern kann deshalb das Dampfrohr verhältnißmäßig weniger weit genommen werden, als für die ersteren. Maschinen mit einem kurzen Kolbenzuge consumiren weniger Dampf, als Maschinen mit einem langen Kolbenzuge, weil die Geschwindigkeit des Kolbens mit seinem Zuge oder Schub zunimmt, und die Dampfröhren für die ersteren Maschinen können deshalb enger genommen werden, als für die letzten. Wenn das Dampfrohr eine größere Länge hat, geht mehr verloren durch Reibung und Abkühlung, als wenn die Länge des Rohres geringer ist, und es ist alsdann ein weiteres Dampfrohr nöthig. Für Maschinen von hohem und von mittlern Druck läßt sich dasselbe bemerken, indessen kann für diese das Dampfrohr im Allgemeinen verhältnißmäßig enger genommen werden, weil in einem weitern Rohre die Abkühlung zu beträchtlich werden kann und weil auch der Dampf von einem höhern Druck eine raschere Strömung hat, wie gering übrigens auch dieses Plus der Strömung seyn möge.

Da also die Oeffnung des Dampfrohres hauptsächlich regulirt werden muß nach der Quantität des Dampfes, welche in einer bestimmten Zeit durch das-

selbe strömen muß, so kann man die oben gefundene Formel in Ermangelung richtiger Maaße, oder wenn man keine Erfahrungen besitzt, sehr gut für besondere Fälle benutzen, sobald für einen einzelnen Fall der Werth von n bekannt ist. Nimmt man diesen Werth von n für den Fall, daß die Geschwindigkeit des Kolbens einer niederländischen Elle gleich ist, so muß derselbe für den niedern Druck im Durchschnitt $= \frac{1}{140}$ (oder lieber der bequemern Berechnung halber $= \frac{1}{144}$) seyn (vergleiche 2te Abth. 1. Kap. §. VI. und zwar Art. 51.). Für hochdrückenden Dampf ändert sich der Werth von n mit der Temperatur; im Durchschnitt kann man nehmen $n = \frac{1}{50}$. Die Formel wird unter diesen Voraussetzungen

1) Für Dampfmaschinen von niederem Druck

$$o = 1{,}46 \frac{OS}{\sqrt{VH}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

2) Für Dampfmaschinen von hohem Druck

$$o = 0{,}8401 \frac{OS}{\sqrt{VH}} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Um den Gebrauch dieser Formeln zu erläutern, wollen wir annehmen, man verlange die Oberfläche des Dampfröhrendurchschnitts für eine Maschine von niederem Druck zu erfahren, deren Kolben eine Geschwindigkeit von 9 Palmen besitzt, während die Dampfspannung im Kessel höchstens eine Quecksilbersäule von reichlich 23 Zollen über den atmosphärischen Druck tragen muß.

Die totale Dampfspannung balancirt deshalb eine Quecksilbersäule von 76 + 23 = 99 Zollen, weshalb H = 0,99 Ellen ist. Hiermit stimmt über-

ein nach der Tabelle II, die zur 1. Abth. gehört, daß V ungefähr = 1330 sey; ferner ist S = 0,9 Ellen. Die Formel (1) wird deshalb für diesen Fall

$$o = 1,46 \cdot \frac{0,9 \cdot O}{\sqrt{1330 \cdot 0,99}} = 1,314 \cdot \frac{O}{\sqrt{1316,7}}$$

$$= \frac{1,214}{36,28} \cdot O = \text{beinahe } \frac{1}{27,6}\, O,$$

d. h. die Oberfläche des Dampfröhrendurchschnittes muß reichlich $\frac{1}{27}$ der Oberfläche des Kolbens betragen. Die Quadratwurzel aus dieser Zahl lehrt alsdann, daß der Durchmesser des Dampfrohres = $\frac{10}{52}$ des Kolbendurchmessers seyn müsse.

Wir wollen ferner annehmen, es werde dieselbe Aufgabe gestellt für eine Maschine von hohem Druck, für welche der Dampf im Kessel eine Spannung von 4 Atmosphären haben und die Geschwindigkeit des Kolbens 11 Palmen betragen soll.

Nach Tabelle IV. der 1. Abth. ist H = 3,04 und V = 477,62; deshalb wird die Formel (2)

$$o = 0,8401 \cdot \frac{1,1 \cdot O}{\sqrt{3,04 \cdot 477,62}} = 0,92411$$

$$\cdot \frac{O}{\sqrt{1452}} = \frac{0,92411}{38,1} \cdot O = \text{reichlich } \frac{1}{41} \cdot O;$$

und der Durchmesser des Dampfrohres wird folglich = $\frac{5}{32}$ des Kolbendurchmessers.

Man kann auch die Oberfläche des Dampfröhrendurchschnittes für jede Maschine auf die Pferdekraft, oder auf die Quadratelle Heitzoberfläche des Kessels berechnen, was mit Hülfe der Grundsätze des vorhergehenden Kapitels §. I und

mit denen von §. VI und §. III des 1. u. 2. Kap. der 2 Abth. keine Schwierigkeit macht.

Wenn das Dampfrohr eine beträchtliche Länge besitzt, so muß seine Weite etwas größer genommen werden; der Dampf ist dann zwar einer größern Abkühlung ausgesetzt, aber davor kann man ihn immer mehr oder weniger schützen, wie gleich näher angegeben werden soll.

Länge des Dampfrohres. Die Länge des Dampfrohres hängt ganz und gar ab von den örtlichen Umständen. Man sorge nur, daß der Kessel in Bezug auf die Maschine oder diese letztere in Bezug auf den Kessel eine solche Stellung bekommen könne, daß das Dampfrohr eine kleinst mögliche Länge habe, Krümmungen und Winkel darunter begriffen.

Metalldicke des Dampfrohres. Die Dampfröhren bestehen meistentheils aus Gußeisen und manchmal, wenn sie einen sehr kleinen Durchmesser haben, oder sehr leicht seyn sollen, aus geschlagenem Kupfer. Um die Dicke derselben zu bestimmen, kann man die Formeln (1) und (3) benutzen, welche in §. VI des vorhergehenden Kapitels angegeben sind. Das Resultat dieser Berechnung wird jedoch immer eine sehr geringe Dicke geben, und um die Fehler des Gusses oder des Walzens und Löthens in Anschlag zu bringen, muß man die Dicke bei Gußeisen um 10 bis 12 Linien, und bei geschlagenem Kupfer um 2 oder 3 Linien vermehren. Meistentheils sind diese letztern Maaße ausreichend, ohne daß man einer weitern Berechnung bedarf.

170. Stellung und Einrichtung des Dampfrohres. Der Stand oder der Befestigungspunkt des Dampfrohres auf dem Kessel ist nicht willkührlich. Wenn es möglich ist, muß das

Rohr am vordern Ende des Kessels befestigt werden, ungefähr über der Mitte oder über dem hintern Ende des Heerdes, wo die größte Dampferzeugung im Kessel stattfindet. Manchmal ist man genöthigt, das Rohr näher an das hintere Ende des Kessels zu bringen, wenn durch die Anbringung desselben am vordern Ende die Entfernung von der Maschine zu beträchtlich werden sollte, oder das Rohr zu viele Krümmungen bekommen müßte u. s. w.

Damit das kochende Wasser nicht oder nicht im Geringsten in das Dampfrohr spritze und das Einstreichen des Dampfes hindere, sey der Stand des Rohres auf dem Kessel so hoch als möglich. Zuerst setze man es für diesen Zweck auf den obersten Theil der Kesselhaube oder erhöhe die Röhre, mit welcher sie (wenn dieses der Fall ist) an der Seite aus dem Kessel tritt. Zum andern muß das Rohr, um kein Wasser aufnehmen zu können, nicht sogleich die horizontale Richtung nach der Maschine haben, sondern erst einige Palmen vertikal aufsteigen. Bei einem tiefen Stande der Maschine ist man manchmal genöthigt, um letzteren Zweck zu erreichen, die Röhre erst aufsteigen und dann wieder niedersteigen zu lassen, ehe sie die horizontale Richtung verfolgt, so daß das stehende Stück auf dem Kessel dann einem Heber ähnlich sieht; oder man bringt das Rohr in einer umgekehrten Richtung im Kessel an und setzt auf diesen eine erhöhte Büchse, durch welche das Rohr mit dem Kessel communicirt und die auch Mangel an Dampfraum ersetzen kann (wie man genöthigt ist, letzteres auf manche Dampfbootkessel anzuwenden, ist bereits im 6ten Kap. der vorhergehenden Abth. erwähnt und durch Fig. 99 u. Fig. 100 Taf. XI erläutert worden). Endlich ist es in den meisten Fällen nützlich, daß das Dampfrohr gegen den Kessel hin ein wenig geneigt sey, z. B. mit

einem Gefäll von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{14}$, damit das durch Verdichtung im Dampfrohr entstandene Wasser wieder in den Kessel ablaufen könne.

Die Richtung des Dampfrohres nach der Maschine muß gerade seyn. Wo deshalb diese Richtung sich verändert, darf dieses nicht mittelst eines rechten oder stumpfen Winkels geschehen, sondern mit einer runden Krümmung; denn wenn die Richtung der Röhre sich plötzlich unter einem rechten oder etwas stumpfen Winkel verändert, so kann die Verdichtung des Dampfes und die Zusammenziehung des Stromes in einem solchen Winkel sehr beträchtlich werden und einen sehr bedeutenden Verlust an Dampf und an Geschwindigkeit des Durchströmens verursachen. Die Veränderung der Richtung des stehenden Stückes nach dem horizontalen Theile der Röhre muß deshalb auch nach einer ordentlichen Form geschehen, obgleich im stehenden Stück ein Ventil vorhanden ist; denn die Spindel dieses Ventiles kann durch die runde Krümmung der Röhre laufen, wie in der 2ten Abth. Kap. 1 §. II bereits angegeben ist (siehe Taf. II Fig. 14 u. 15).

Ein Ventil wird im stehenden Stück des Dampfrohres angebracht, um die Stelle eines Drosselventiles zu vertreten, oder den Kessel verschlossen zu halten, wenn man denselben zu heitzen beginnt, oder wenn zwei oder drei Kessel vorhanden sind, die unter einander communiciren, denjenigen Kessel abzusperren, welcher eben nicht geheitzt wird. Wie die Vereinigung der Dampfröhren von zwei oder mehr Kesseln hergestellt wird, oder geschehen kann, ist bereits im vorhergehenden Kap §. IV, Art. 140 angezeigt (siehe Fig. 147 bis 150 Taf. XIII). Die Einrichtung des Ventiles selbst weicht auch selten von derjenigen ab, welche in Fig. 22 Taf. II abgebildet ist. Der Theil A' des stehenden Stückes

habe reichlich den doppelten Durchschnitt des Dampfrohrdurchschnittes. Das Ventil C' sey kegelförmig und der untere Durchmesser desselben sey demjenigen der Röhre gleich; es sey aus Glockenmetall verfertigt. Die Spindel cd geht durch eine kleine Stopfbüchse ff und das Schraubenende hh läuft durch die Mutter ii des Bügels gg. Man kann diesen Bügel weglassen und die Mutter in den erhöhten Deckel der Stopfbüchse selbst schneiden (siehe Fig. 145 und 148); dieser Deckel kann auch ein Schraubendeckel seyn. Man kann ferner die Spindel cd auch so mit dem Ventile C' verbinden, daß sich letzteres, während es gehoben wird, nicht umdrehe.

Da das Stöpselventil, so wie man dasselbe einzurichten gewohnt ist, die Durchströmung des Dampfes immer mehr oder weniger hindert, so muß man (statt desselben) in dem stehenden Stücke eine Klappe anbringen können, die sich um eine horizontale Axe dreht und ganz so wie ein Drosselventil eingerichtet ist, nur besser schließt. Ein Schubladenventil, nämlich eine horizontale Schublade, welche durch eine Stopfbüchse und eine geliderte Fuge läuft, würde dem Zwecke eben so gut entsprechen, aber die Bewegung der letztern ist schwieriger, als die der erstern und der gute Schluß derselben erfordert mehr Aufsicht. Man kann auch in dem stehenden Stücke einen hohlen Cylinder anbringen, welcher von unten ganz offen und von oben geschlossen ist, an der Seite aber eine runde Oeffnung hat, die bei dem Emporziehen des Cylinders mittelst einer Schraubenstange (wie cd Fig. 22) mit der Oeffnung B' des Dampfrohres ganz übereinstimmt; der Cylinder muß natürlich mit einer Hanfgarnitur auf eine kleine Strecke umgeben seyn, damit außerhalb desselben kein Dampf durchdringen könne. Auf diese Weise wird die Durchströmung des Dampfes am allerwenigsten behindert

und man kann auch die Quantität, welche durchströmen soll, aufs Genaueste reguliren. Und so lassen sich noch andere Einrichtungen ersinnen, durch welche derselbe Zweck zwar eben so gut, jedoch weniger einfach erreicht wird.

Je nachdem das Dampfrohr eine größere oder kleinere Länge hat, oder je nachdem es eine größere oder kleinere Zahl Krümmungen besitzt, und auch je nach den Umständen des Ortes besteht es aus einer Vereinigung einer größern oder kleinern Zahl von Stücken. Läuft es auf eine große Länge in einer horizontalen oder geraden Richtung fort, so sind diese Stücken selten über zwei Ellen lang. Diese Stücken lassen sich auf verschiedene Weise mit einander verbinden. Gewöhnlich werden die stehenden Ränder dieser Stücken an einander gelegt, mit drei oder mit vier Schraubenbolzen gekoppelt und ferner mit Eisenkitt luftdicht verstrichen, nachdem vor dem Zusammenschrauben die Ränder mit diesem Kitte bestrichen worden sind *).

*) Im dritten Theile Abth. 2 ist angegeben, in welchem Verhältnisse der Salmiak, die Schwefelblumen und die Feil- oder Bohrspähne von Gußeisen mit einander gemengt werden müssen, um diesen Kitt darzustellen. Dieses Verhältniß wird bisweilen sehr verschieden angegeben, und bei gleicher Qualität der genannten Substanzen gibt eine Verschiedenheit in der Quantität der Eisenfeilspähne keine große Verschiedenheit in der Qualität des Kittes, übrigens müssen auch für verschiedene Grade der Härte die oben genannten Quantitäten wesentlich verschieden seyn. Das Verhältniß, welches an dem oben citirten Orte angegeben ist, wird jedoch für das beste gehalten. Man nimmt nämlich 1 Gewichttheil Salmiak, ½ Schwefelblumen und 8 feine gereinigte Feilspähne oder Bohrspähne von Eisen. Beim Gebrauche dieser Mischung wird 1 Theil derselben noch gemengt und zusammengerieben mit 20 Theilen Eisenfeil- oder Bohrspähnen, und dann mit Wasser zu einem Teig geknetet. Manchmal ist

Da ferner die Erhitzung der Dampfröhren auch eine gewisse Ausdehnung derselben verursachen muß, so verbindet man die Stücken (bei einer beträchtlichen Länge des Rohres und wenn es keine oder nur eine einzige Krümmung hat) wohl auch auf die Weise, daß man sie nach Art einer Stopfbüchse mit einer Hanfgarnitur umgibt. Es sey z. B. ABCD Fig. 208 das eine Ende eines Dampfröhrenstückes und EE das andere Ende des folgenden Stückes; wenn dann das erst genannte Ende so gebildet wird, daß das Ende EE in den Theil BC schlußgerecht paßt, und daß die Röhre EE von C bis D mit Liderung umgeben wird (die mit Keilen oder mit zwei halben Ringen aa angedrückt werden kann), so bekommt man eine dichte Verbindung der zwei genannten Stücken des Dampfrohres, und wenn sich das Metall ausdehnt, so wird das Stück EE unbehindert in der Art von Pistolenhalfter des Stückes ABCD und das Stück ABCD eben so gut über dem Ende EE des folgenden Stückes sich bewegen können.

Von sehr großem Belang ist die genaue und dampfdichte Verschließung der Dampfröhrenstücken für hochdrückende Dampfmaschinen. Außer der gewöhnlichen Verkittung und des sehr starken Anschließens der Ränder der Röhrenstücke wird die Verbindung auch bewerkstelligt, oder kann sie auch auf folgende Weise ausgeführt werden:

1) Auf die Weise, daß man die folgende Röhre DD Fig. 209 in die vorhergehende ABC so genau schließend, als möglich, einsetzt und dabei das Stück DD mit keinem Rande versieht, sondern es mit ein Paar halben Ringen aa, bb, welche den Dienst eines Randes vertreten, an den Rand CC des vor-

---

es vortheilhaft, etwas feinen Mühlsteinsand unter den Teig zu mengen.

hergehenden Stückes schließt, während dann der Raum zwischen dem Rande CC und dem Ring aa, bb mit Eisenkitt oder mit Ringen aus Pappe, die mit Mennige überstrichen ist, oder mit einem geölten Wergstrang ausgefüllt wird. Der Kitt ist jedoch viel besser.

Statt zwei halbe über einander schiebbare Ringe ab anzuwenden, kann das Rohr DD auch am Punkte E mit einem Rande versehen werden; jedoch wird die Ausdehnung mit einem Ringe weniger behindert.

2) Auf die Weise, daß man die Röhren konisch in einander schließen läßt, siehe Fig. 210.

3) Daß man zwischen die Ränder AB und CD Fig. 211 ein ausgebohrtes doppeltes konoidisches Stück EE aus hartem Stahl bringt und dasselbe mit Werg umwickelt, was ebenfalls eine dichte Verbindung gibt.

Da die Abkühlung des Dampfes im Dampfrohre manchmal beträchtlich ist, besonders bei einer hohen Temperatur des Dampfes, so kommt viel darauf an, dieser Abkühlung des Dampfes so viel wie möglich zu begegnen. Für diesen Zweck ist eine Bekleidung des Dampfrohres mit grober Leinwand, die nachher weiß angestrichen wird, sehr dienlich. Noch besser ist es, das Dampfrohr mit einer blanken blechernen Röhre zu umgeben, so daß zwischen derselben und dem Dampfrohre hinlänglicher Raum übrig bleibt. Ein Dampfrohr, welches in der freien Luft sich fortsetzt, kann auch mit einem Gemenge von Kalk und Heu, oder mit einer Aschenschicht umgeben werden, die mit Böttcherarbeit umkleidet ist rc. Ohne eine solche Bekleidung ist es immer besser, das Dampfrohr so glatt wie möglich weiß anzustreichen, als demselben einen schwarzen Anstrich zu geben, weil im letztern Falle und besonders wenn die

Oberfläche der Röhre matt und glanzlos ist, die Wärme weit leichter ausstrahlt, als im ersten.

§. II.

Ueber den Wasserzeiger und über die Einrichtungen der Luftklappe und der Büchse, welche zum Eingange in den Kessel dienen.

171) Einrichtungen der Wasserzeiger. Um den Stand oder die Höhe des Wassers in einem Dampfkessel zu erkennen, kann man sich verschiedener Mittel bedienen; einige dieser Mittel sind blos in besondern Fällen und andere ohne Unterschied in jedem Falle anwendbar.

a) Das einfachste, natürlichste und beinahe sicherste Mittel besteht darin, eine gläserne Röhre ab Fig. 212 mit dem vordern Theile des Kessels in Verbindung zu bringen, so daß sie durch die gebogenen kupfernen Röhren ad und bc (in deren Enden die gläserne Röhre mit einem Kitt aus Bleiweiß und Mennige befestigt ist) mit dem untern und dem obern Theile des Kessels communicirt. Da das Wasser in dieser Röhre vollkommen dieselbe Höhe haben muß, wie dasjenige im Kessel, so kann man auf diese Weise die Wasserhöhe im Kessel sehr leicht erkennen und hinter diese Röhre eine graduirte Skale bringen für die Höhe des mittlern Wasserstandes, so wie für den höchsten und niedrigsten Wasserstand. Wenn das Wasser heftig im Kessel kocht, so wird inzwischen das Wasser in der Röhre eine starke schwankende Bewegung annehmen können, wodurch es schwierig werden wird, den Wasserstand für jeden Augenblick mit Genauigkeit zu beobachten.

b) Zwei oder drei Probirhähne geben auch ein einfaches und sicheres Mittel zur Erkennung des

Wasserstandes an die Hand. Im 1sten u. 6ten Kap der vorhergehenden Abhandlung ist diese Einrichtung bereits beschrieben. Der erste Hahn wird unter dem gewöhnlichen Wasserstande angebracht; der zweite Hahn muß über diesem Stande in den Kessel gesetzt seyn, und einen dritten Hahn kann man genau in der Höhe des Wasserstandes anbringen, so daß der erste Hahn, wenn er geöffnet wird, allein Wasser, der zweite Wasser und Dampf und der dritte oder oberste Hahn allein Dampf ausgeben muß. An Kesseln von hohem Druck wird diese Vorrichtung häufig vorzugsweise statt der gewöhnlichen Wasserschwimmer angebracht, weil diese durch die Reibung der Spindel des Schwimmers in ihrer Stopfbüchse wohl einmal fehlen, oder über dem wahren Wasserstand in Zweifel lassen können. Manchmal ist auch die Anbringung eines Wasserschwimmers mit wesentlichen Schwierigkeiten verbunden, während auch dann, wenn eine gläserne Röhre Fig. 212 schwierig angebracht werden kann, die Einrichtung der Probirhähne immer ohne Hinderniß hergestellt werden kann (vergl. Fig. 172 Taf. XIV). Wasserhähne werden entweder an die Vorderseite eines Kessels oder auf dessen Haube angebracht, je nach der Gestalt der Einrichtung und dem Stande des Kessels. Für den Fall, daß die Wasserhähne auf der Kesselhaube angebracht werden, müssen die Röhren der Hähne im Kessel bis beinahe an die Oberfläche und bis dieselbe verlängert werden. Aber wenn der alsdann bis zu einem sehr niedern Druck wird, so daß derselbe etwas schwächer als d sphärische oder demselben gleich ist, so mu darauf Rücksicht nehmen, daß die Wasserhäh Wasser ausgeben können, oder vielmehr, w geöffnete Wasserhahn weder Dampf, noch ausgibt, gerade hierin das Kennzeichen des

gen Wasserstandes bestehen müsse. Besser ist es jedoch, für den letzt erwähnten Fall, die Hähne an der Vorderseite eines Kessels anzubringen.

Durch die Probirhähne läßt sich der Stand des Wassers in einem Dampfkessel ohne allen Zweifel erkennen. Wasserschwimmer können falsche Anzeigen geben, wie auch bereits erwähnt wurde. Aber es wird von Seiten des Heitzers, oder des Maschinenaufsehers eine größere Aufmerksamkeit erfordert, um die Hähne geregelt, nämlich nach gleichen Zeiträumen zu steuern, als erforderlich ist, um auf den Wasserzeiger Achtung zu geben. In dieser Hinsicht sind Probirhähne mangelhaft, obschon manchmal im geringern Grade, als die Wasserschwimmer, sobald ein Heitzer durch langen Dienst die feste Gewohnheit angenommen hat, dieselben unwillkührlich nach gleichen Zeiträumen zu öffnen.

c) Wenn die Dampfspannung der atmosphärischen gleich, oder etwas größer seyn muß, so kann man sich einer vertikalen kupfernen Röhre, die oben offen ist und unten mit dem Wasser im Kessel communicirt, einigermaßen als eines Mittels bedienen, um den Wasserstand zu beobachten; denn bringt man in diese Röhre einen hölzernen Schwimmer mit einer Spindel oder einem Stiel an demselben, so kann die Wasserhöhe im Kessel auf dieselbe Weise angezeigt werden, wie ein Dampfmesser die Spannung des Dampfes anzeigt. Selbst bei einer höhern Spannung des Dampfes, z. B. von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre, kann man mittelst dieses Wasserzeigers bei einer gehörigen Länge der Röhre den Wasserstand eben so gut erkennen, sobald nur der hölzerne Schwimmer alsdann mit einer Schnur verbunden wird, die über eine Leitrolle niederwärts an eine graduirte Skale läuft, so wie dieses bei Dampfmessern für hochdrückende Dampf der Fall ist.

Es ist gleichwohl nicht zu verkennen, daß dieser Apparat bei aller seiner Einfachheit weniger Empfehlung verdient, wegen der ausgebreiteten schwankenden Bewegungen, welche die Wassersäule in der Röhre bei den unaufhörlichen Veränderungen der Spannung des Dampfes annehmen kann, so daß die Anzeigen sich beständig merklich verändern und sehr ungenau werden können. Man kann auch annehmen, daß durch diese ungleiche Spannung des Dampfes der Zeiger auf der gehörigen Abtheilung stehen kann, wenn das Wasser bereits unter seine bestimmte Höhe gefallen ist, und die genannte Art des Wasserzeigers wird dann sehr unsicher.

d) Wasserschwimmer. Man kann die Wasserschwimmer in keiner andern Hinsicht unterscheiden, als je nachdem sie mit einem Gewicht über ein Leitrad geschlagen sind, oder an einem Hebel, oder an einer Verbindung mehrerer Hebel balancirt werden. In der 2ten Abth. ist die Einrichtung dieser Wasserschwimmer bereits erklärt. Der Radschwimmer ist in Fig. 25 Taf. II. abgebildet; ein Schwimmer, welcher durch einen Hebel wirkt, ist (zum bessern Verständniß des obigen Citates) in Fig. 213 abgebildet. A ein steinerner Schwimmer, verbunden mit einer schwachen Stange, welche durch eine Oeffnung der Kesselhaube und durch die Stopfbüchse B sich fortsetzt, und ferner verbunden ist mit einem Gelenkkettchen MN, welches um den Bogen C des Armes CD des Hebels CDE sich legt. Dieser Hebel dreht sich bei D mit einem Nagel in den Augen des gabelförmigen Endes der kurzen Säule oder des Ständers FG, der auf der Kesselhaube befestigt ist. Der andere Arm DE des Hebels endigt ebenfalls mit einem Bogen E, an welchem das Gegengewicht P hängt. Außerhalb der Augen des Ständers trägt der Zapfen des Hebels einen Zeiger ab, welcher sich

längs dem graduirten Bogen IKL bewegt und den Wasserstand anzeigt. Der genannte Bogen ist an den Ständer FG geschraubt.

Der graduirte Bogen kann auch an einem der Augen des Ständers befestigt und aufwärts gerichtet seyn, siehe Fig. 215, so daß der Zeiger oben am Hebel sitzt und gleichsam einen Arm desselben bildet.

Statt den Hebelarm des Gegengewichtes mit einem Bogen endigen zu lassen, kann dieser auch weggelassen und das Ende des Armes mit Zähnen versehen werden (siehe Fig. 214), so daß man das Gegengewicht zwischen zwei solcher Zähne hängt. Oder der genannte Hebelarm kann ganz geradlinig seyn und durch eine Oeffnung des Gegengewichtes laufen, damit dasselbe verschoben werden kann rc. (siehe Fig. 215). Diese zwei erwähnten Einrichtungen des Hebelarmes fürs Gegengewicht (und besonders die letzt erwähnte) gewähren den Vortheil, daß das Gegengewicht auf den verlangten Abstand vom Drehungspunkte gebracht werden kann, und daß man auf diese Weise sehr leicht das verlangte Gleichgewicht (in dem Sinne, wie sogleich angegeben werden soll) herstellen kann. Ohne eine Zusammensetzung von Hebeln anzuwenden, kann man den Apparat der Wasserschwimmer noch anders einrichten, doch eine wesentliche Verschiedenheit der Einrichtung von der beschriebenen kann nicht wohl stattfinden, und die durch örtliche Umstände gebotenen Modificationen sind unbedeutend.

Man kann auch den Schwimmer mit dem Gegengewicht unmittelbar an ein und denselben Hebel bringen, sobald nur beide alsdann in den Kessel reichen, der Zeiger aber aus dem Kessel hervorragt, wie man solches wohl einmal wegen Mangel an Raum bei Dampfbootkesseln findet (vergl. Fig. 104 Taf. XI.), welche meistens auch noch mit Probir-

hähnen versehen sind. Dieselben Umstände der Stellung, der Einrichtung und der Größe der Kessel machen es manchmal nothwendig, daß der Hebel des Schwimmers und des Gegengewichtes im Kessel nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung eines zweiten Hebels auf den Zeiger wirke; vielleicht hat man auch diese Einrichtung gewählt, um den Zeiger empfindlicher zu machen, nämlich um seine Bewegung, verglichen mit derjenigen des Schwimmers, größer werden zu lassen; vielleicht hat man es auch gethan, um das Entgegengesetzte eintreten zu lassen.

Wenn man auf keine örtlichen oder anderen Umstände Rücksicht nimmt, so hat ein Schwimmer, welcher mit einem Hebel wirkt, häufig den Vorzug vor einem Radschwimmer, weil man im ersten Fall wegen des längern Hebelarmes des Gegengewichtes ein kleineres Gegengewicht bedarf, als im letzten Falle, während man auch ohne Vermehrung oder Verminderung des Gegengewichtes das verlangte Gleichgewicht und Uebergewicht mit dem Hebelschwimmer leichter bestimmen, verändern oder herstellen kann, als mit dem Radschwimmer.

Der Stoff des Schwimmers ist in gewisser Hinsicht willkührlich, sobald er nur eine größere specifische Schwere als das Wasser besitzt; denn ein Körper, der specifisch leichter als das Wasser ist, muß mit demselben zwar steigen und fallen, aber eine geringere Festigkeit und ein größeres Volumen haben, um beim Fallen des Wasserstandes das nöthige Uebergewicht für die Bewegung des Hebels und des Gegengewichtes zu besitzen. Da es aber für die Festigkeit und Empfindlichkeit des Schwimmers von Belang ist, daß derselbe dem Wasser eine große Oberfläche darbiete, so müßte das Gegengewicht sehr schwer (und also die Last auf dem Kessel beträcht-

lich) werden können, wenn die Schwere des Schwimmers viel größer wäre, als diejenige eines gleichen Volumens Wasser; darum ist ein hohler eiserner oder kupferner Schwimmer besser, als ein massiver Schwimmer, jedoch ein massiver Schwimmer von hartem Stein ist noch besser und immer viel wohlfeiler. Damit das Volumen des Steines nicht abnehmen, auch derselbe nicht bersten könne, hat man vorgeschlagen, denselben mit eisernen Bändern zu umgeben, oder mit Kupferdraht zu umstricken.

Damit ein steinerner Schwimmer auf der Wasseroberfläche Festigkeit habe, auch nicht durch die Bewegung des Wassers zu viel seitwärts gestoßen werde, muß derselbe länger und breit, als hoch seyn. Eine platte parallelepipedische oder cylindrische Gestalt eignet sich darum besonders gut für einen Schwimmer; und wenn z. B. ein platter cylindrischer steinerner Schwimmer einen Durchmesser von 4 bis 5 Palmen und eine Höhe von 15 Zollen hat, so besitzt er eine hinlängliche Größe, wie auch ein hinlängliches Gewicht, um leicht in Thätigkeit treten zu können.

Wenn die Größe eines steinernen Schwimmers festgestellt und sein Gewicht bekannt ist, fällt es nicht schwer, die Größe des an der andern Seite des Rades, oder am andern Arme des Hebels hängenden Gegengewichtes zu bestimmeu. Dieses kann geschehen durch Berechnung und durch Versuche, welche letztere Art die sicherste ist, wenn man im voraus die Schwere des Gegengewichtes ziemlich aproximativ geschätzt hat. Denn die Schwere des Gegengewichtes muß so beschaffen seyn, daß durch dieselbe der Schwimmer mit seiner halben Dicke ins Wasser eingetaucht erhalten wird, nach Abzug des Widerstandes der Reibung der Stange des Schwimmers in ihrer Stopfbüchse. Dasselbe Gegengewicht

darf indessen durch die eben genannte Reibung nicht verhindert werden, tiefer zu sinken; und wenn ferner der Schwimmer beim Sinken des Wassers im Kessel ebenfalls sinkt, muß seine Schwere ausreichend seyn, um das Gegengewicht zu heben und die mehr genannte Reibung zu überwinden. Hieraus folgt deshalb, daß der Stein schwerer seyn müsse, als das Gegengewicht, und die Differenz in der Schwere muß etwas kleiner seyn, als das Gewicht der Quantität Wasser, welche durch den Schwimmer verdrängt wird. Aber die Reibung der Stange ist hier außer Rechnung geblieben, und man ist also wohl genöthigt, die richtige Schwere des Gegengewichtes durch Versuche zu bestimmen, was jedoch nicht nöthig wird, wenn der Schwimmer auf einen Hebel wirkt (z. B. auf einen Hebel, welcher so eingerichtet ist, wie wir in Fig. 214 oder 215 angegeben haben); denn nimmt man dann ein Gegengewicht, welches gleich ist dem Gewichte des Schwimmers, oder kleiner als dasselbe (je nachdem man dieses vorzüglicher findet), so kommt alles nur an auf die Bestimmung des Hebelarmes, und diese ist durch Versuche schnell gefunden.

Da die Differenz des höchsten und niedrigsten Wasserstandes selten mehr, als 2 bis 3 Palmen betragen kann, so ist es dadurch leicht, die Länge des Hebelarmes für den Schwimmer nebst der Höhe des Ständers des Hebels, oder des Leitrades zu bestimmen, wobei man berücksichtigen muß, daß die Winkelbewegung des Hebels und des Rades keine 40° überschreiten dürfe, und daß man die Bewegung auch nicht auf den oben genannten höchsten und niedrigsten Wasserstand zu erstrecken braucht.

Die Bestimmung der Breite und Dicke des Hebels macht für diesen Fall wenig Schwierigkeit und kann sehr wohl ohne alle Berechnung geschehen.

Sein Nagel sey so dünn wie möglich, um die wenigste Reibung zu verursachen, doch braucht man ihn auch nicht nothwendig so einzurichten, daß die Reibung als nichts betrachtet werden kann, indem man z. B. dem Nagel die Form der Schärfe einer Waage gäbe.

Ein Wasserschwimmer muß einen solchen Ort auf oder an dem Dampfkessel haben, daß der Heitzer oder Maschinenaufseher denselben sehen und den Stand des Zeigers bequem wahrnehmen kann; wo es angeht, muß der Schwimmer so weit wie möglich von demjenigen Umfange der Wasseroberfläche entfernt seyn, wo die größte Quantität Dampf erzeugt wird, und wo die Bewegung des Wassers am heftigsten ist. Die Stange des Schwimmers muß immer ganz gerade gehalten werden.

Wenn ein Wasserschwimmer leicht wirkt, ist er unaufhörlich in Bewegung, woraus einiger Zweifel über die Anzeige des Wasserstandes entstehen kann; hauptsächlich ist dieses der Fall mit den Wasserschwimmern, die auf einen horizontalen, im Kessel befindlichen Hebel wirken, weil dann das Wasser sowohl gegen den Schwimmer, als ans Gegengewicht stößt, und die Reibung der Spindel, die durch eine horizontale Stopfbüchse aus dem Kessel tritt, sehr gering seyn kann. In Dampfbootkesseln ist die genannte Wirkung besonders beträchtlich. Auf der andern Seite ist man niemals sicher, ob die Bewegung der Stange des Schwimmers nicht einmal in der Stopfbüchse so gebindert werden könne, daß dadurch eine ganz falsche Anzeige des Wasserstandes entsteht. Es ist deshalb meistentheils nothwendig, daß man beim Heitzen den Versuch macht, ob die Stange ohne Hinderniß durch die Stopfbüchse geht. Auf Kesseln von hohem Druck gebietet deshalb auch die Vorsicht häufig, daß man zwei Wasserschwim-

mer anbringe, während noch außerdem Probirhähne sich rathsam machen können. Endlich ereignet es sich auch, daß durch Abnutzung der Garnitur um die Stange des Schwimmers der Dampf durch die Stopfbüchse dieser Stange einen Ausgang findet, aber diesem Fehler wird rasch abgeholfen, und er ist bei weitem nicht so wesentlich, als derjenige der ungleichmäßigen Reibung der Stange in ihrer Stopfbüchse.

172) Einrichtungen, um den Wassermangel im Kessel zu verrathen. Die oben beschriebenen Erkennungsmittel des Wasserstandes in einem Kessel entsprechen ihrem Zwecke hinlänglich, so lange der Heitzer, oder der Maschinenaufseher dieselben aufmerksam beobachtet; wird jedoch dieses versäumt, so leistet keins den geringsten Dienst. Wenn deshalb durch einen unvorhergesehenen Fehler der Speisepumpe oder des Speiseapparates die Speisung des Kessels zu gering ist, oder ganz und gar aufhört, und das Wasser unter seinen gewöhnlichen Stand sinkt, so wird dieser Fehler nicht, unabhängig von der Aufmerksamkeit des Maschinenaufsehers, verrathen. Durch eine fortschreitende Abnahme des Wassers im Kessel müssen die an die Feuerzüge grenzenden Wände des Kessels von Wasser entblößt werden können; diese Wände können alsdann glühend werden; eine beträchtliche Schwächung des Metalles muß davon die Folge seyn; durch die Gluth derselben muß die Umwandlung des Wassers in Dampf beschleunigt werden, und es kann sowohl durch eine plötzliche Anhäufung des Dampfes, als durch die rasch abnehmende Zusammhangskraft des Metalles der Fall eintreten, daß die Kesselwände mit einemmale zerreißen und daß durch eine unmittelbar darauf folgende Vernichtung des Kessels das schrecklichste Unheil entsteht, oder die

Wasserschwimmer eine kleine Klappe heben läßt, damit der Dampf durch die Oeffnung dieser Klappe mit einem großen Getöse schnaubt und so den entstehenden Wassermangel ankündigt. Für diesen Zweck sieht man manchmal auf Dampfkesseln von hohem Druck Wasserzeiger, die blos als Verräther dienen. An der Seite des Ständers CD Fig. 216 des Hebels BCI des Schwimmers A ist ein kleiner kupferner Ring in die Kesselhaube geschraubt; die Oeffnung dieses Ringes wird bedeckt durch eine ebene Metallklappe E, welche mit einem Gewicht FGH belastet ist; letztere ist etwas größer, als das Gewicht, welches erfordert wird, um den Druck des Dampfes zu balanciren. Dieses Gewicht ist bei E mittelst eines Gelenkes mit der Klappe verbunden und hat bei GH eine offene Gabel, die den Hebelarm CI umgibt; durch die Augen dieser Gabel und durch den Hebel ist ein Bolzen oder Nagel a gesteckt. Dieser Nagel stößt gegen den obern Rand G der Augen GH, sobald der Schwimmer A mit dem Wasser unter eine bestimmte Höhe gesunken ist; und bei fernerem Sinken muß dann das Gewicht FG mit der Klappe E gehoben werden, so daß der Dampf mit einem schnaubenden Getöse aus dem Kessel strömt u. s. w. Die Oeffnung E sey nur so groß, daß das Gewicht FG immer durch den Schwimmer gehoben oder auf die Seite gedrückt werden kann, oder es muß umgekehrt die Größe des Schwimmers der genannten Oeffnung entsprechend &c. bestimmt werden, welches keine Schwierigkeit verursacht. Man kann auch das Gewicht FG in den Kessel hängen und mit dem Hebel mittelst eines Kettchens von genugsamer Länge verbinden, indem man dasselbe nebst der Klappe größerer Sicherheit halber in einer kleinen Büchse verschließt (siehe

Weil man nun gewohnt ist, irgend einen Theil einer Maschine, welcher auf eine mechanische Weise den Ablauf einer Thätigkeit oder das Ende einer Bewegung u. s. w. ankündigt, Verräther (verglikker) zu nennen, so können hier eben so die oben bezeichneten Mittel Verräther des Wassermangels, oder eines zu tiefen Wasserstandes genannt werden; diese Benennung ist in mehr als einer Hinsicht natürlich, oder vielleicht auch für den Gebrauch die zweckmäßigste.

Der gewöhnliche Wasserschwimmer kann sehr leicht zu einem Verräther eingerichtet werden; für diesen Zweck braucht man das Ende des Hebelarmes des Schwimmers nur mittelst einer Schnur oder eines leichten Kettchens mit einer Glocke in Verbindung zu bringen, oder mit einem Schnellgalgen, welcher, wenn er aufgezogen oder ausgehoben ist, ein Schlagwerk oder ein Rasselwerk mittelst eines niedersteigenden Gewichtes in Thätigkeit treten läßt. Diese Schnur oder Kette muß deshalb schlaff hängen, so lange der Schwimmer noch nicht bis zu der bestimmten Grenze gesunken ist; aber gespannt muß sie seyn, wenn der Schwimmer in den vorher bestimmten tiefsten Stand gelangt ist, so daß er nicht ferner sinken kann, ohne die Schnur oder Kette niederzuziehen und durch die Glocke oder durch das Schlagwerk die verlangte Ankündigung zu gewähren. Diese Wirkung muß schon stattfinden, wenn das Wasser im Kessel noch nicht so weit gesunken ist, daß die Wände irgendwo entblößt sind, so daß, wenn der Verräther warnt, noch keine wirkliche Gefahr besteht und man Zeit hat, den Kessel zu füllen und die Ursache des Fehlers aufzusuchen.

Statt den Schwimmer mit einem Schlag oder Rasselwerk in Verbindung zu bringen, kann man noch einfacher verfahren, wenn man nämlich den

Röhre in der mittlern Breite der Kesselhaube (und immer so viel wie möglich am hintern Ende des Kessels) angebracht werden, und es ist dann besser, dieselbe mit einem hölzernen oder kupfernen Näpfchen EF Fig. 219 als mit einer umgebogenen Mündung CD Fig. 218 zu versehen. Nicht unnütz ist es auch, denjenigen Theil der Röhre, welcher in den Kessel reicht, mit einer weitern Röhre GH Fig. 219 zu umgeben, um die Ableitung der Wärme aus dem Dampfe so viel wie möglich zu verhindern. Die Röhre muß sich wohl $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ellen höher fortsetzen, als die Wassersäule ab, welche in derselben getragen wird, weil die auf- und niedergehende Bewegung der genannten Wassersäule durch die unaufhörliche Veränderung der Dampfspannung und durch das Streben des Dampfes, sich auszudehnen, sehr beträchtlich seyn kann; dieses ist ganz besonders der Fall auf einem Fahrzeuge. Wenn die Röhre in der freien Luft steht, wie auf einem Fahrzeuge, so muß dieselbe von oben beschirmt werden. Man kann sie für diesen Zweck oben in der Form eines Hebers umbiegen (siehe Fig. 220) oder lieber ganz bedecken oder verschließen, sobald man ihre Wand oben mit einer Menge kleiner Oeffnungen versieht.

Damit der Einheitzer durch das beschriebene Mittel den Wassermangel im Kessel erfahre, muß der Dampf, indem er aus der Röhre steigt, Geräusch verursachen. Dieses findet immer statt, obschon die Röhre einen sehr großen Durchmesser hat; und da der Dampfzufluß nach der Maschine am meisten abnimmt, wenn die Röhre in Thätigkeit ist, so kann man auch auf diese Weise den vorhandenen Wassermangel spüren. Man könnte indessen darüber noch in Zweifel seyn, und es ist dann besser, daß die Ankündigung unmittelbar und am sichersten durch

den sogenannten Verräther geschieht. Versieht man die Röhre oben mit einem umgebogenen Ende und verbindet man dieses Ende wiederum mit einer engen niedersteigenden Röhre, die sich an den Heerdthüren endigt, so muß der Dampf daselbst ausströmen. Indem nun der Heizer dadurch gehindert wird, so wird er sich ohne Zweifel genöthigt sehen, seine Aufmerksamkeit ganz und gar auf diese Wirkung zu beschränken und der Ursache des Fehlers nachzuforschen u. s. w. Es könnte indessen durch Muthwillen oder sonst etwas der offene Theil der Röhre verstopft werden, und es ist auch einfacher, die Wirkung des Verräthers auf die Weise zu sichern, daß der Dampf mit einem größern Getöse aus der Röhre getrieben wird. Dieses läßt sich auf verschiedenerlei Weise erreichen; man kann z. B.

1) Die Röhre AB oben in schräger Richtung bedecken (siehe Fig. 221) und in eine Seitenöffnung B drei oder mehrere Blätter Kupferblech ab setzen, die eine zitternde Bewegung annehmen können, so daß das Getöse, welches bei der Durchströmung des Dampfes entsteht, dadurch sehr vermehrt wird.

2) Auch bekommt man einen guten Effect, wenn man oben auf die Röhre AB Fig. 222 ein Verlängerungsstück AC von der Gestalt einer Trompete setzt, welches inwendig einen oder zwei vertikal gerichtete Streifen Kupferblech a enthält.

3) Aber das Getöse wird in der Röhre selbst längs ihrer metallenen Wand sehr vermehrt, wenn man unten in derselben einige vertikal gerichtete Kupferblechstreifen anbringt, was z. B. mit einem Ringe geschehen kann, welcher die eben genannten Streifen enthält und auf die Oeffnung der Kesselhaube gelegt wird, über welche die äußere Röhre gestellt werden soll (siehe Fig. 223).

Auf Kesseln von hohem Druck läßt sich dieses Mittel natürlich nicht anwenden. Der Verräther muß dann durch einen Schwimmer wirken, aber auch dann zum größten Theil im Kessel angebracht seyn, um nicht durch die Reibung einer Stange u. s. w. behindert zu werden.

Man kann ihn z. B. bestehen lassen aus einem nach einwärts sich öffnenden kleinen Ventil A Fig. 224, welches durch den Druck des Dampfes verschlossen gehalten wird, so lange der Wasserstand noch nicht bis zu einer bestimmten Grenze gesunken ist, das aber auch durch einen Schwimmer B niedergezogen und geöffnet wird, wenn die genannte Grenze erreicht ist. Die Stange dieses Ventiles muß auf zwei Punkten, z. B. bei a und b durch entsprechende Augen geleitet werden und muß z. B. einen Knopf c enthalten, um das Ventil zu tragen, wenn es gesunken ist, oder um ein zu tiefes Sinken zu verhindern. Das Ventil ist mit einer verschlossenen Büchse CD bedeckt, die an der Seite nur einige kleine Löcher oder eine Oeffnung enthält, vor welcher ein dünnes Blättchen Kupferblech liegt, um beim Ausströmen des Dampfes gleich einer Orgelzunge zu wirken und das Getöse zu vergrößern. Die Büchse kann auch mit einer Röhre verlängert werden, um das Getöse zu verstärken und den Dampf nach einer andern Richtung hin ausströmen zu lassen. Die Stange oder Spindel des Ventiles muß innerhalb des Kessels in der Form eines umgebogenen Hakens endigen, in welchem die Stange des Schwimmers spielt (welche Stange augenförmig seyn kann, so wie sie in der Figur abgebildet ist, oder hakenförmig, so wie die Ventilstange), so daß das Anhaken erst stattfindet, wenn der Wasserstand zu tief gesunken ist, und daß die Stange des Ventiles gegen den Schwimmer stoße, wenn dieser

bei einem gehörigen Wasserstand seinen höchsten Stand besitzt. Der Schwimmer muß für diesen Zweck und um durch seitliches Ausweichen oder Schwanken das Ventil nicht anhaltend zu drehen, für seine Bewegung eine Leitung erhalten; man kann ihn z. B. in einer offenen Büchse auf- und niedergehen lassen.

Da der Schwimmer durch kein Gegengewicht balancirt wird, so muß derselbe, mit der Stange zusammengenommen, specifisch leichter seyn als das Wasser. Diesen Zweck kann ein hohler metallener linsenförmiger Schwimmer erreichen, oder besser noch eine große hölzerne Scheibe, mit etwas Bleigewicht beschwert, um die Festigkeit des Schwimmers auf dem Wasser zu vermehren, und damit derselbe ein hinlängliches Gewicht erhalte für die Oeffnung des Ventiles A, wenn das Wasser so weit gesunken ist, daß der Schwimmer nicht mehr schwimmt.

Sowohl um das Ventil leichter beaufsichtigen und reinigen, als auch dasselbe mit einem kleinern Gewichte balanciren und besser verschlossen halten zu können, ist es rathsamer, eine solche Einrichtung zu treffen, daß das Ventil nicht niederwärts, sondern aufwärts wie ein Sicherheitsventil sich öffne. Das Gewicht B, womit das ebene Ventil A Fig. 225 in diesem Falle zu belasten ist, muß dann in den Kessel hängen. Unter dem Gewichte liegt das breite Ende C des Armes der Waage CDE, an welcher der Schwimmer E wirkt. Dieser Hebel hängt in dem Bügel DG und dreht sich nicht um einen Nagel, dessen Bewegung durch Rost oder Anschlag gehindert werden könnte, sondern gleich einer Waage um eine verstählte Schärfe oder Schneide. Der Schwimmer ist verbunden mit dem Hebel mittelst eines Kettchens, welches lang genug ist, um den Hebel erst dann in Bewegung zu setzen, wenn das

Wasser unter einen bestimmten Stand (z. B. 12 oder 16 Zoll über den Feuerzügen) gesunken ist. Man kann die Verbindung zwischen Hebel und Schwimmer auch mittelst einer Stange herstellen, welche durch Augen geleitet ist, so daß sie erst den Hebel niederzieht, wenn der Wasserstand zu sehr gesunken ist. Endlich ist es bei dieser Einrichtung nicht immer nöthig, daß der Schwimmer specifisch leichter sey als das Wasser; denn bei Anwendung eines Gegengewichtes, welches am Arme des Waagebalkens hängt, kann man auch einen Stein zum Schwimmer nehmen.

Man kann einen Verräther auf die Klappe eines verschlossenen Wasserbehälters wirken lassen, so daß der Dampf durch die Wirkung des Verräthers in den Behälter strömen kann, um das Wasser aus demselben in den Kessel zu treiben und den Wassermangel im letztern zu ersetzen. Dazu ist jedoch ein großer Apparat erforderlich, auch hat man ferner dafür zu sorgen, daß der Wasserbehälter immer gefüllt sey. Eine plötzliche Anfüllung des Kessels mit einer großen Quantität kalten Wassers ist auch immer nachtheilig, und wenn Wassermangel im Kessel entsteht, so muß man doch immer aufmerksam darauf gemacht werden, um die Ursache desselben zu erforschen. Da hierbei immer ein Aufenthalt unvermeidlich wird, so dürfte es besser seyn, die Stange oder Spindel des Ventiles, das als Verräther dient, auf den verlängerten Hebelarm eines Sicherheitsventiles, oder noch besser auf das Schornsteinregister wirken zu lassen; denn das erste, was der Maschinenaufseher beim Eintritte von Wassermangel im Kessel zu thun hat, besteht in der partiellen Dämpfung oder Verminderung des Feuers, damit die Dampferzeugung verzögert werde und er einige Zeit bekomme, die Ursache des erwähnten

Wassermangels aufzusuchen, ehe das Wasser bis unter die Feuerzüge sinken kann, es müßte denn die Speisepumpe in Unordnung gerathen oder leck geworden seyn, oder ein verborgener Leck im Kessel entstanden seyn u. s. w. In jedem dieser Fälle kann es sich ereignen, deß die Arbeit eingestellt werden muß, und wenn dieses nicht augenblicklich geschehen kann, so muß das Wasser im Kessel mit einer Handpumpe beständig in der nöthigen Höhe erhalten werden.

173. Luftklappe oder Luftventil. Die Luftklappe ist hauptsächlich vorhanden, um einen nachtheiligen Druck der Luft auf die äußere Oberfläche eines Dampfkessels zu verhüten und, wenn er keinen Dampf enthält, der Luft Gelegenheit zu geben, in den Kessel zu dringen. Sie kann auch dazu dienen, um beim Anfange des Heizens die Luft aus dem Kessel zu treiben, obschon sich dieses besser mittelst des Sicherheitsventiles erreichen läßt. Auf kleinen cylindrischen Kesseln und auf solchen von hohem Druck ist ein Luftventil unnöthig.

Es ist ganz gleichgültig, wo die Luftklappe auf einem Kessel angebracht wird. Häufig bringt man sie auf dem Deckel des Fahrloches an. Gewöhnlich ist die Luftklappe ein metallenes kegelförmiges oder ebenes Ventil, welches sich nach innen öffnet und von einem belasteten Hebel (Fig. 28), oder von einem belasteten Kettchen getragen wird, welches über ein kleines kupfernes Leiträdchen geschlagen und an dem Umfange dieses Rädchens befestigt ist (siehe Fig. 226). Das Gewicht, welches an den Hebel oder an das Rädchen gehängt wird, muß ungefähr so groß seyn, daß das Ventil auf den Quadratzoll mit 3 oder 4 Unzen belastet ist. Statt das Ventil mittelst eines Gewichtchens geschlossen zu erhalten,

hat man auch wohl eine Feder unter dasselbe gelegt, die dem Zwecke ebenfalls sehr gut entspricht.

Die Größe des Ventiles oder der Klappe ist keinem bestimmten Maaß unterworfen. Meistentheils ist es ausreichend, der Oeffnung des Luftventiles einen Durchmesser zu geben, welcher dem halben Durchmesser des Sicherheitsventiles gleich ist. Auf langen Kesseln vom niederem Druck kann man im Nothfall zwei Luftklappen anbringen.

174. Eingang in den Kessel. Was von dem Eingange in den Kessel zu sagen ist, beschränkt sich allein auf die Art und Weise, oder auf die Einrichtung der Verschließung. Auf den meisten Dampfkesseln ist für diesen Zweck über dem runden oder ovalen Fahrloche des Kessels eine kurze Büchse aus Gußeisen angesetzt, welche mit einer ebenen runden oder ovalen Platte aus demselben Stoff bedeckt wird; letztere wird alsdann mit Schraubenbolzen auf die Ränder der Büchse geschlossen. Weil dieser Deckel mehrmals abgenommen werden muß, so bewirkt man den luftdichten Schluß desselben nicht mittelst Eisenkittes, sondern mit ausgebreiteten Hanfsträngen, die mit Bleiweiß oder mit Mennige überstrichen werden. Auf Hochdruckkesseln wendet man auch wohl bleierne Ringe oder dünne Ringe aus weichem Messing an, die sich durch das Anziehen der Schraubenbolzen gewissermaßen strecken und alle Fugen vollkommen verschließen.

Wie bereits im 6. Cap. der vorhergehenden Abtheilung erwähnt worden ist, hat diese Büchse manchmal eine mäßige Höhe von einer Elle oder mehr, wenn dieselbe einen umgekehrten Theil des Dampfrohres aufnehmen, oder auch theilweise zum Dampfraume dienen soll. Der Leichtigkeit halber besteht sie dann aus geschlagenem Eisen oder Kupfer und

wird auch mit einem Deckel aus diesem Stoffe verschlossen. Statt den Deckel mit Schraubenbolzen an die Büchse zu schließen, ist es bei Hochdruckkesseln häufig besser, denselben mit zwei Bügeln und Druckschrauben auf der Büchse angeschlossen zu erhalten. Die Bügel greifen dann an jeder Seite unter den Rand der Büchse, siehe Fig. 227, und geben gleichsam feste Schraubenmuttern für die Schraubenspindeln ab, von welchen der Deckel festgedrückt wird. Dieses giebt einen guten Verschluß, und die Büchse kann auch niedriger eingerichtet werden, weil man nun nicht so viel Raum braucht, um Schraubenbolzen oder Schraubenmuttern unter ihren Rand zu bringen.

Man kann die Büchse auch ganz und gar weglassen und den Deckel inwendig im Kessel gegen die Kesselhaube drücken. Die Oeffnung muß dann oval seyn, um den Deckel von außen in den Kessel bringen zu können. Mit dem Deckel müssen zwei schwere Schraubenbolzen a und b Fig. 228 verbunden seyn (oder durch den Deckel müssen zwei schwere Bolzen gesteckt werden), über welche zwei eiserne Bügel cd, ef loser auf die Kesselhaube gestellt und gegen welche die Schraubenmuttern angezogen werden, um den Rand des Deckels gegen den Rand der Oeffnung des Kessels stark anzuklemmen und diese Oeffnung fest zu verschließen. In der Mitte des Deckels ist ein Griff oder eine Handhabe g, durch welche ein platter Stab hi gesteckt wird, der über die Ränder der Oeffnung reicht, um den Deckel fassen und denselben tragen zu können, ehe man die Bügel über die Schrauben gebracht und angeklemmt, oder nachdem man dieselben, um den Kessel zu öffnen, abgenommen hat. Diese Einrichtung verdient noch den Vorzug vor der vorhergehenden, besonders auf tief eingemauerten, oder überdeckten Kesseln.

Man kann die Metalldicke der Büchse und des Deckels durch Berechnung bestimmen, indem man dazu für den Deckel die Formel (1) oder (5) des Art. 155 und 158 anwendet, und die Dicke für Gußeisen reichlich um einen niederländischen Zoll vermehrt. Man kann diese Berechnung jedoch in den meisten Fällen unterlassen, denn selten ist eine größere Dicke erforderlich als von 2 bis 3½ niederländischen Zollen, und wenn der Dampfdruck sehr hoch seyn muß, so kann man den Deckel von oben mit zwei oder mehrern Kreutzrippen verstärken (siehe Fig. 229).

Um die Dimension der äußern Schraubenbolzen, Klemmschrauben oder Verbindungsschrauben zu bestimmen, kann man in Betrachtung ziehen, daß, wenn die Tiefe der runden oder flachen Schraubengänge ungefähr dem zwölften Theile des Durchmessers der Schraube im Dunkeln gleich ist und dann wenigstens 3 oder 4 Gänge in der Schraubenmutter liegen, die Tracht auf den Gängen beinahe gleich seyn wird der Tracht, welche der Bolzen in der Richtung seiner Länge aushalten kann. Um die Dicke der Schraubenbolzen zu bestimmen, kann man sich deshalb derselben Formeln bedienen, durch welche die Dicke eiserner Nietnägel gefunden wird, wenn man nämlich die Zahl der Bolzen nach der Form und Größe der Stücke u. s. w. in voraus festgestellt hat (siehe das vorhergehende Kapitel §. VI. Art. 159. Formel [13]).

§. III.

Ueber die Dampfmesser.

175. Es giebt nur zwei Sorten von Dampfmessern, deren Wirkung am wenigsten mangelhaft oder ungenau ist, nämlich:

1) Die gewöhnlichen Quecksilberdampfmesser, bei welchen der Ueberdruck des Dampfes über den atmosphärischen angegeben wird durch die Höhe einer Quecksilbersäule, und

2) Der Luftdampfmesser, bei welchem man die totale Dampfspannung aus dem Grade der Zusammendrückung erkennt, den eine Quantität Luft in einer verschlossenen Röhre erfährt; aber diese letzte Art des Dampfmessers wird nur in einzelnen Fällen angewendet, wenn die Dampfspannung sehr hoch und der Raum für den Gebrauch eines gewöhnlichen Dampfmessers zu beschränkt ist.

Die Spannung des Dampfes von niederem Druck kann man auch durch die Höhe einer Wassersäule messen, so wie der Stand des Wassers im Kessel in einigen Fällen durch den Stand des Wassers in einer aufsteigenden Röhre erkannt werden kann (man vergl. was hierüber im vorhergehenden §. gesagt worden ist); aber wegen der beträchtlichen Schwankungen des Wassers in der Röhre wird hierdurch die Dampfspannung niemals genau angegeben.

Braucht man die Spannung eines hochdrückenden Dampfes blos in Bausch und Bogen zu kennen, so kann ein kleines Sicherheitsventil als Dampfmesser dienen (vergl. Fig 46 u. 47. Taf. V.). Mit einer Art von Federwaage, oder durch die Ausdehnung eines kupfernen Stabes, der mittelst einer Feder auf einen graduirten Bogen wirkt, kann man eben so gut die Dampfspannung messen; aber die Wirkung dieser beiden Mittel ist selten genau und häufig unsicher.

Ein Dampfmesser wird am Kessel oder am Dampfrohr angebracht, je nachdem die Oertlichkeit, die Kesselform und der Zweck dieses vorschreiben. Bei einem großen Abstande des Kessels von der Maschine, oder bei dem besondern Stande oder Zustande dieser letztern ist sowohl am Kessel als am Dampf-

rohre, oder am Mantel des Cylinders ein Dampfmesser angebracht. Die Stelle, wo man den Dampfmesser anbringt, muß immer so gewählt werden, daß ihn der Maschinenaufseher, oder der Heizer gut im Auge haben können.

Der gewöhnliche Dampfmesser ist eine umgebogene Röhre mit zwei parallelen Schenkeln, von denen der eine mit dem Dampfraume des Kessels oder mit dem Dampfrore, oder mit dem Raume zwischen dem Cylinder und seinem Mantel communicirt, während der andere Schenkel offen ist und in freier Verbindung mit der atmosphärischen Luft steht. Die Röhre ist von Glas, wenn sie kurz ist, oder von Gußeisen, oder von Schmiedeeisen, welches meistens der Fall ist; ist sie von Kupfer, so wird sie von dem erwärmten Quecksilber angegriffen und endlich zerstört. Es ist eine nothwendige Bedingung, daß die beiden Schenkel der Röhre, in denen das Quecksilber steigt und fällt, genau einerlei Kaliber haben.

Eine geschmiedete Röhre kann, nachdem sie gebohrt ist, auf die in Fig. 230 angegebene Weise umgebogen und nachher mit dem einen Ende in die entsprechende Oeffnung des Kessels oder der Dampfröhre u. s. w., oder in eine runde Platte A eingeschraubt werden, die selbst auf die genannte Oeffnung festgeschraubt ist. Der Schenkel, in welchen der Dampf eintritt, kann auch, die Röhre sey von gegossenem oder geschmiedetem Eisen in oder an ein kürzeres umgebogenes Röhrchen ab Fig. 231 geschraubt werden, welches mit dem Kessel oder mit dem Dampfrohr u. s. w. communicirt. Die Verbindung der Dampfmesser mit den Kesseln ist meistentheils auf diese Weise hergestellt, doch hat das kürzere Röhrchen, der Einfachheit halber, eine halb cylindrische Gestalt (siehe Fig. 232) und zwei platte

Flügel ab, welche an den Kesseln oder an die Dampfröhre u. s. w. angeschraubt werden.

Auf dem Quecksilber ruht ein hölzernes oder besser ein eisernes Schwimmerchen, an welchem bei einem Dampfmesser für niederen Dampfdruck eine hölzerne Spindel cd Fig. 232 angebracht ist, welche den Stand des Quecksilbers an der graduirten kupfernen Skale AB anzeigt. Diese Skale ist unten bei A mit einer Hülse verbunden, welche sich über das abgedrehte Ende des aufsteigenden Schenkels AC des Dampfmessers schieben läßt, um eine feste Verbindung herzustellen.

Damit die Spindel des Schwimmers sich ungehindert bewege, ist es nützlich, sie durch zwei Augen e und f zu leiten, aber sie muß alsdann noch einmal so lang als gewöhnlich seyn, und derjenige Theil, welcher aus der Röhre hervorragt, wenn sich der Schwimmer in seinem tiefsten Stande befindet, muß vom Nullpunkte der Skale bis ans Ende schwarz angestrichen seyn, oder da, wo er alsdann mit der Null übereinstimmt, ein sichtbares Merkmal haben, oder ein Zeigerstiftchen tragen, damit über die Anzeige des Quecksilberstandes kein Zweifel entstehen könne.

Mit dem Schwimmer eines Dampfmessers für hohen Dampfdruck wird eine Schnur verbunden, welche über ein sehr bewegliches kupfernes Leiträdchen A Fig. 233 läuft und am andern Ende ein Stiftchen oder einen Zeiger a trägt (leichter als der Schwimmer), welcher bei dem Steigen oder Fallen des Schwimmers an einer hölzernen Platte oder Skale BC, auf welcher durch gehörige Eintheilung die verschiedenen Grade der Dampfspannung angemerkt sind, steigt oder fällt. Der ganze Apparat des aufsteigenden Schenkels des Dampfmessers kann mit dem Leiträdchen und der Skale, gleich einem

Barometer, in einen hölzernen Kasten mit gläsernen Rahmen DEF eingeschlossen werden.

In den niedersteigenden Schenkel einiger Dampfmesser bringt man zuweilen einen kleinen horizontalen Hahn über dem natürlichen Stande des Quecksilbers an; dieser Hahn wird geschlossen, wenn man zu heizen aufhört, und zwar um zu verhindern, daß nicht Quecksilber in den Dampfkessel getrieben werde, wenn die Dampfspannung stark abnimmt, während der Dampf aus dem Sicherheitsventil abgelassen wird. Auch ist diese Einrichtung gut, wenn sich auf dem Kessel kein Luftventil befindet.

Die Röhre braucht im Lichten nur einen Durchmesser von ungefähr 1½ niederländischen Zollen zu haben. Wenn der Dampf mit niederem Drucke arbeitet und z. B. eine Spannung von ⅓ Atmosphäre über den atmosphärischen Druck haben soll, so muß er in dem aufsteigenden Schenkel des Dampfmessers eine Quecksilbersäule von reichlich 25 Zoll Höhe tragen. Die Oberfläche des Quecksilbers muß dann im niedersteigenden Schenkel noch einen hinlänglichen Abstand haben vom Bogen der Röhre und darf auch in dem aufsteigenden Schenkel nicht zu hoch ans Ende desselben reichen. Man kann dabei als allgemeine Regel annehmen, daß der aufsteigende Schenkel zwei Palmen länger seyn müsse, als die Höhe der Quecksilbersäule, deren Druck den Ueberdruck des Dampfes balancirt. Bei einem Dampfmesser für hohen Dampfdruck muß zuerst der aufsteigende Schenkel eine Länge haben von sovielmal 76 Zollen, als der Dampf Ueberdruck in Atmosphären ausübt, und zu dieser Länge muß man ein Uebermaaß von 4 bis 7 Palmen hinzufügen, je nachdem der Druck sich weiter erstreckt. Der niedersteigende Schenkel eines Dampfmessers kann länger genommen werden als ⅔ der Länge des aufsteigen-

den Schenkels, eine geringere Länge ist indessen nicht rathsam.

Wenn man die Skale eines Dampfmessers in niederländische Zolle theilt, so muß jeder Zoll, um welchen die Spindel steigt, einem Steigen der Quecksilbersäule von zwei niederländischen Zollen entsprechen; denn so oft das Quecksilber im aufsteigenden Schenkel einen Zoll steigt, muß dasselbe auch im niedersteigenden Schenkel einen Zoll fallen und die Differenz im Wasserstande wird deshalb um zwei Zoll größer. Da nun eine Quecksilbersäule von 76 Zoll Höhe im Durchschnitt den Druck der atmosphärischen Luft balancirt und eine solche Säule auf den Quadratzoll einen Druck von 1,033 niederländischen Pfunden ausübt, so muß jeder Zoll, um welchen die Spindel des Schwimmers steigt, zugleich eine Vermehrung des Dampfdruckes von $\frac{1}{38}$ der Atmosphäre, oder 2,72 niederländischen Lothen auf den Quadratzoll anzeigen. Für den niedern Dampfdruck ist deshalb eine Länge der Skale von 15 niederländischen Zollen ausreichend. Für niedern Dampfdruck kann man die Skale auch so eintheilen, daß jede Abtheilung einer Vermehrung der Dampfspannung von $\frac{1}{10}$ Pfund oder 1 Unze auf den Quadratzoll entspricht. Wenn man es einmal gut finden wird, die englischen Maaße bei den Dampfmaschinen abzuschaffen und der letztgenannten Eintheilung zu folgen, so muß jede Abtheilung ziemlich eine Extension von 38 niederländischen Linien haben; vier Abtheilungen würden ausreichend seyn, und jede Abtheilung müßte noch in zwei gleiche Theile getheilt werden können, um die halben Unzen anzuzeigen (siehe Fig. 234).

Skalen für Dampfmesser des hochdrückenden Dampfes können von 38 zu 38 Zollen abgetheilt werden, um die Atmosphären anzuzeigen; auf diese

kann man wieder die Abtheilungen für die Unzen bringen, oder man kann die ganzen Atmosphären in halbe und in Viertelsatmosphären abtheilen u. s. w.

Wenn der Dampf auf das Quecksilber in einem Dampfmesser drückt, so wird derselbe durch Abkühlung im niedersteigenden Schenkel des Dampfmessers sehr bald condensirt; das Quecksilber wird dann von einer Wassersäule gedrückt, und sein Stand ist deshalb höher, als er in Folge des Dampfdruckes allein seyn sollte,, z. B. um einen Zoll höher, wenn die Wassersäule eine Höhe von 13½ Zoll hat. Man muß diesen Umstand bei der Eintheilung der Skale berücksichtigen, und dazu ist es häufig hinlänglich genau, wenn der Dampfmesser mit Quecksilber gefüllt ist, den niedersteigenden Schenkel mit Wasser anzufüllen, um alsdann das Ende oder ein Merkmal an der Spindel des Schwimmers mit dem Nullpunkte der Skale zusammentreffen zu lassen und zugleich auf dieselbe Weise die äußerste Abtheilung auf der Skale zu bemerken.

176. Es ist ein nothwendiges Erforderniß eines gewöhnlichen Dampfmessers, daß seine Quecksilberröhre inwendig überall dasselbe Kaliber, d. i. dieselbe Weite habe; dieses erschwert die Verfertigung derselben in gewisser Beziehung, besonders wenn die Röhre eine große Länge haben und aus mehrern einzelnen zusammengeschraubten Röhren bestehen muß. Wenn man diesem Instrumente eine andere Einrichtung giebt, so daß das Niveau im niedersteigenden Schenkel nicht beträchtlich fällt, verhütet man die eben genannte Unbequemlichkeit. Man kann die Einrichtung verschiedener Barometer dabei befolgen, deren Quecksilbergefäße ein standhaftes Quecksilberniveau haben; aber es ist einfacher, daß man (wie andere vorgeschlagen haben), den niedersteigenden Schenkel AB Fig. 235 mit einem ku-

gelförmigen Quecksilbergefäß von solcher Weite versehe, daß das Quecksilberniveau nicht auf eine erwähnenswerthe Weise in Folge des höchsten Steigens der Quecksilbersäule in dem aufsteigenden Schenkel EF der Röhre falle, und es braucht dann die Röhre nicht überall gleich weit ausgebohrt zu seyn. Von dem genannten Fallen kann man jedoch durch die Abtheilung der Skale Rechenschaft erhalten, was auch nothwendig wird, wenn der Dampfmesser für hohen Druck eine große Länge hat. In jedem Falle muß man auch den Druck des Wassers in Anschlag bringen, welches sich im niedersteigenden Schenkel über der Oberfläche des Quecksilbers gesammelt hat.

Man wendet endlich noch eine andere Form des Dampfmessers an, welche vor anderen die wesentlichen Vortheile besitzt, daß

1) die Veränderung des Quecksilberniveaus im Quecksilbergefäß als die geringste angesehen werden kann;

2) daß das Quecksilber nicht in den Kessel oder in die Dampfröhre getrieben werden kann;

3) daß kein Wasser (zum wenigsten keine merkbare Quantität), sich auf der Oberfläche des Quecksilbers sammeln kann, während auch die Röhre, in welcher die Quecksilbersäule getragen wird, keinesweges eine durchgängig gleiche Weite zu haben braucht.

Um eine solche Röhre anwenden zu können, muß man über hinlänglichen Raum in der Höhe verfügen können. Das Quecksilbergefäß ABCD dieses Dampfmessers ist viereckig aus Gußeisen (Fig. 236 giebt eine Durchschnittszeichnung und den Grundriß) und mit Schrauben, welche durch die Flügel E, F laufen, an oder auf dem Kessel, oder am Dampfrohre u. s. w. befestigt. In diesem Gefäße befindet sich die kleine Röhre q, in welche die

kurze Röhre GH geschraubt ist, die mit dem Dampfraume des Kessels, oder mit dem Dampfrohre in unmittelbarer Verbindung steht. Das Quecksilber muß in diesem Gefäß etwas unter dem Rande der kleinen Röhre stehen, wenn es nicht von Dampf gedrückt wird, so daß das Wasser auf der Oberfläche des Quecksilbers niemals eine merkliche Höhe haben kann.

Die Quecksilberröhre IK geht durch eine Oeffnung des Deckels CD, auf welcher sich, des dampfdichten Schlusses halber, die Stopfbüchse LM befindet; sie ruht bei K auf dem Boden des Gefäßes und hat daselbst im Umfange zwei oder mehr hinlänglich weite Oeffnungen, welche die Communication mit dem Gefäß herstellen. Wenn der innere Durchmesser der Röhre und die Höhe, bis zu welcher das Quecksilber in derselben steigen soll, bestimmt sind, so ist es leicht, die Dimensionen des Gefäßes so einzurichten, daß die Oberfläche des Quecksilbers nicht über 3 bis 5 Linien fallen kann.

177. Wenn ein Dampfmesser von einer der oben beschriebenen Einrichtungen, oder welcher auf einem ähnlichen Grundsatze beruht, zum Messen der Spannung des Dampfes von einem sehr hohen Drucke dienen soll, so muß derselbe eine beträchtliche Länge haben. Wenn der schickliche Raum für eine solche Länge mangelt, oder auch in andern Fällen, wenn das Anbringen eines gewöhnlichen Dampfmessers örtlicher Umstände halber weitschweifig ist und einige Schwierigkeit verursacht, so bedient man sich auch einer andern Art von Dampfmesser, dessen Wirkung und Einrichtung auf das Gesetz der Compression permanent elastischer Flüssigkeiten gegründet ist, nämlich daß z. B. die Spannungen der atmosphärischen Luft sich umgekehrt verhalten, wie die Compressionskräfte (vergl.

Theil 3. Abth. 2. §. II. Art. 17). Es sey ABCD Fig. 237 eine gebogene gläserne Röhre, welche bei A mit dem Dampfkessel, oder mit einem Dampfrohre communicirt und bei D luftdicht verschlossen ist, nachdem die Röhre bis zur Höhe EC mit Quecksilber gefüllt ist. Der niedersteigende Arm trägt eine Kugel E, die als Quecksilbergefäß dient, damit das Quecksilberniveau die wenigst mögliche Veränderung erfahre. Für diesen Zweck muß die Kugel E im Vergleiche zur Röhre BCD einen hinlänglichen Inhalt haben, was sich sehr leicht erreichen läßt, weil die Röhre BCD eine hinlängliche Weite hat, wenn der Durchmesser derselben im Lichten 5 Linien beträgt, und weil ihre Länge von C bis zu D keine niederländische Elle zu überschreiten braucht. Der aufsteigende von C bis D mit atmosphärischer Luft gefüllte Schenkel muß so vollkommen wie möglich cylindrisch seyn, d. h. überall eine gleiche Weite haben. Wenn nun der Dampf auf das Quecksilber E drückt, und das Quecksilber in der aufsteigenden Röhre bei C auf gleichem Niveau steht, so übt der Dampf einen Druck von 1 Atmosphäre aus. Aber bei einem erhöhten Dampfdruck wird das Quecksilber im aufstrebenden Schenkel steigen, und die Luft CD um soviel zusammengedrückt werden, daß ihre vermehrte Spannung diejenige des Dampfes balancirt. Ohne in Anschlag zu bringen, daß die aufgeführte Quecksilbersäule auch zum Theil mitwirkt, die Dampfspannung zu balanciren, so wird die Luft auf das halbe Volumen CD zusammengedrückt, wenn die Dampfspannung zwei Atmosphären beträgt; und auf $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ u. s. w. dieses Volumens, wenn die Dampfspannung bis zu 3, 4, 5 Atmosphären u. s. w. wachsen sollte. (Vergl. Theil 3. Abth. 2. Cap. 2. §. II. Art. 17.) Die Eintheilung einer Skale hinter der gläsernen Röhre

ist auf diese Weise sehr leicht zu bewerkstelligen, und um wie viel länger der aufsteigende Schenkel der Röhre ist, um so viel breiter müssen auch die Abtheilungen seyn, so daß auch Unterabtheilungen angegeben werden können. Aber weil die Quecksilbersäule, die über dem natürlichen Quecksilberniveau C steht, vom Dampfe ebenfalls getragen werden muß, so wird dadurch die Eintheilung der Skale etwas schwieriger, denn wenigstens können dann die Abstände der Theilpunkte für zwei, drei und mehr Atmosphären vom Punkte C nicht anders bestimmt werden, als durch Berechnung. Die Formel zur Berechnung dieser Abstände der Eintheilungen vom Punkte C verhält sich folgendermaßen: es sey der Abstand des Quecksilberniveaus C vom obersten Punkte D des aufsteigenden Dampfmesserschenkels = a Zolle; die Zahl der Atmosphären der totalen Dampfspannung = n, und der Abstand C von irgend einer Abtheilung, bei welcher die Quecksilbersäule n Atmosphären Dampfspannung anzeigen soll = x Zolle, so findet man die Anzahl dieser Zolle durch die Formel

$$x = 38\,n + \tfrac{1}{2}\,a - \tfrac{1}{2}\sqrt{([76\,n - a]^2 + 304\,a)}.$$

Damit das Quecksilberniveau nicht durch den Druck des Wassers, welches sich in der Quecksilberkugel E über der Oberfläche des Quecksilbers sammelt, einer Veränderung unterworfen sey, so kann man den Dampfmesser, von welchem hier die Rede ist, eben so einrichten, wie den Quecksilberdampfmesser Fig. 236, unter der Bedingung, daß die Röhre CD Fig. 238 von Glas sey und so genau wie möglich überall dieselbe Weite habe.

Wegen der Unsicherheit hinsichtlich der ganz genauen durchgängigen Weite der Röhren und aus andern Gründen, die in der Verfertigung dieser Instrumente liegen, bleibt die Eintheilung immer et-

was schwierig. Es ist ferner möglich, daß bei einer plötzlichen Verminderung der Dampfspannung eine Quantität Quecksilber in den Kessel getrieben wird, oder daß ein Theil der Luft durch die Quecksilbermasse dringt, in welchem letztern Falle die Abtheilungen der Skale ganz falsche Anzeigen geben müssen. Gewöhnliche atmosphärische Luft scheint für diese Instrumente auch keine taugliche elastische Flüssigkeit zu seyn, weil sich beim Compitiren der Luft der Sauerstoff mit dem Quecksilber verbindet und folglich die Angabe der Abtheilungen der Skale dadurch sehr unsicher wird. Und hieraus muß dann folgen, daß die Quecksilberdampfmesser immer, wo dieses nur einigermaßen geschehen kann, vorzugsweise angewendet werden müssen, statt der zuletzt beschriebenen Dampfmesser, die auf dem Gesetze der Compression einer permanent elastischen Flüssigkeit beruhen, welches Gesetz bei hohen Graden der Compression auch nicht mehr vollkommen wahr zu seyn scheint.

§. IV.

Ueber die Speiseapparate.

178. Man kann die Speiseapparate in solche unterscheiden, welche aus der Hand gefeuert werden, oder welche mechanisch wirken, sey es nun, daß in diesem letzten Falle das Wasser durch den Druck einer Wassersäule oder durch die Wirkung einer Druckpumpe in den Kessel geführt wird; auch sind die Einrichtungen der Speiseapparate verschieden, je nachdem die Speisung anhaltend oder unterbrochen stattfindet.

Die Speisung eines Kessels, in welchem der Dampf zu einem sehr niedern Druck (z. B. von 1 Unze Ueberdruck) geheizt wird, kann mittelst der

Hand besorgt werden, sobald durch die Kesselhaube eine offene Röhre läuft, welche unter die Wasseroberfläche reicht, unten ein wenig umgebogen ist und oben zum Trichter wird, in welchen nach gleichen Zeiträumen gleiche Wasserquantitäten eingetragen werden. Wenn der Dampfdruck größer ist (z. B. 5 oder 6 Unzen Ueberdruck auf den Quadratzoll), so kann man eine gewöhnliche Speiseröhre, mit einem steinernen Schwimmer in Verbindung stehend, anwenden, sobald diese Röhre oben mit einem Sammelbehälter von solchem Inhalt in Verbindung steht, daß man denselben täglich nur ein=, zwei= oder dreimal mit einer Handdruckpumpe zu füllen braucht.

Bei hohem Dampfdruck kann der Apparat bestehen aus einer hohlen metallenen Kugel, welche oben und unten zwei kurze Röhrchen enthält, die mit gut schließenden Hähnen versehen sind. Nachdem dieser Apparat mit dem untersten Röhrchen auf eine runde Oeffnung der Kesselhaube geschraubt ist, so kann man die Kugel mit Wasser füllen, wenn man den untersten Hahn schließt und den obersten öffnet. Es wird sodann der oberste Hahn geschlossen und der unterste geöffnet, worauf der Dampf aus dem Kessel in die Kugel dringt und das Wasser in den Kessel treibt. Hierbei geht jedoch viel Dampf durch Abkühlung verloren.

Durch die Anwendung dieser oder ähnlicher Apparate erfolgt die Speisung sehr unterbrochen und manchmal plötzlich; es geht dabei viel Wärme durch Abkühlung verloren; solche Apparate verlangen eine sehr sorgfältige Aufsicht und sind allein in dem Falle anzurathen, wo Dampf nicht für den Zweck erzeugt wird, um eine Maschine zu treiben, sondern für die Zwecke des Erwärmens, des Destillirens oder des Verdampfens u. s. w., so daß folglich keine Dampfmaschine vorhanden ist.

Ein Speiseapparat ist um so besser, mit je weniger Behinderung, d. h. je sicherer derselbe wirkt und je nachdem das Wasser anhaltender durch denselben in solcher größern oder geringern Quantität in den Kessel geführt wird, wie sie der Kessel gerade bedarf, was durch die Einrichtung des Apparates selbst regulirt werden muß.

Die gewöhnlichen Speiseapparate für Kessel, in welchen Dampf von einem niedern Grade des Drukkes erzeugt wird (und welche Apparate weder eine Beschreibung, noch eine Erklärung mehr bedürfen) sind sehr zweckmäßig eingerichtet. Sie sind von anhaltender Wirkung. Der Mangel, an welchen sie leiden, kann in einer behinderten Wirkung bestehen, welche durch eine vermehrte Reibung der schwachen Stange oder des Drahtes, an welchem der steinerne Schwimmer hängt, oder auch durch eine Verbindung dieser Stange herbeigeführt werden, so daß sie ihre gerade Form verliert. Manchmal wird auch die große Länge oder Höhe der Speiseröhre als ein Fehler, oder wenigstens als eine Unbequemlichkeit betrachtet. Der erste angeführte Fehler kann eine wesentliche Bedeutung erlangen, weil von der unbehinderten Wirkung des Schwimmers die gute Wirkung des ganzen Apparates abhängt; diesem Mangel kann jedoch auf keine andere Weise abgeholfen werden, als daß man die Speiseröhre ohne Schwimmer wirken läßt, wie dieselbe unter andern auch für den Gebrauch auf Dampfbooten eingerichtet ist (wovon am Ende dieses Artikels die Rede seyn wird), oder daß man den Schwimmer im Kessel statt auf einen Stöpsel auf eine Klappe wirken läßt, die sich oben im Sammelbehälter der Speiseröhre befindet und deren Einrichtung sogleich erklärt werden soll. Andere in Vorschlag gebrachte Einrichtungen (z. B. hohle kupferne Schwimmer,

welche mit einer Spindel auf einen horizontalen Hahn in demjenigen Theile der Speiseröhre wirken, der innerhalb des Kessels liegt; oder Schwimmer, die unmittelbar unter einer Mündung der Speiseröhre liegen und diese mit einer Klappe öffnen oder verschließen ꝛc. ꝛc.) machen die Wirkung des Apparates häufig noch unsicherer.

Wo es angeht, muß eine Speiseröhre an derjenigen Stelle auf dem Kessel angebracht werden, wo die geringe Abkühlung des Wassers im Kessel durch das Speisewasser, wie auch der erste Niederschlag der Stoffe aus diesem Wasser noch den wenigsten Nachtheil verursacht. Sie muß deshalb an das hintere Ende des Kessels, so entfernt wie möglich vom Heerde, gebracht werden. Auf andere Arten von Speiseapparaten ist dieses eben so gut anwendbar.

Ein nothwendiges Erforderniß ist es, daß die Speiseröhre im Kessel unter die Wasseroberfläche und bis beinahe an den Boden des Kessels sich fortsetze. Auch muß das offene untere Ende der Röhre aufwärts umgebogen seyn (wie die Röhre in Fig. 218), oder lieber gegen die hintere oder gegen die Seitenwand des Kessels, damit kein Dampf in derselben aufsteigen kann. (In Fig. 16 ist darauf nicht Rücksicht genommen.) Diese Umbiegung der Röhre ist nicht erforderlich, wenn sich dieselbe durch den Kesselboden hindurch in einen unter dem Kessel liegenden Heißwasserbehälter fortsetzt, wovon in Art. 164 Erwähnung geschehen ist. Auch diese besondere Einrichtung darf bei der Einrichtung anderer Arten von Speiseapparaten nicht aus dem Auge verloren werden.

Der steinerne Schwimmer muß an der Hinterwand des Kessels angebracht werden, weil die Bewegung des Wassers daselbst am wenigsten heftig ist. Eine je größere Oberfläche dieser Schwimmer

dem Wasser darbietet, desto sicherer kann seine Wirkung seyn.

Der eiserne oder kupferne Draht, welcher den Schwimmer mit dem Hebel des Zapfens des Sammelbehälters verbindet, muß eine Dicke von wenigstens 4 oder 5 Linien haben; er muß so viel wie möglich ganz gerade seyn, besonders da, wo er durch die Stopfbüchse auf der Kesselhaube läuft. Die Einrichtung dieser Stopfbüchse kann verschieden seyn; in jedem Falle hat sie indessen Aehnlichkeit mit einer der Stopfbüchseneinrichtungen, die schon früher angegeben worden sind, oder in der Folge noch angegeben werden sollen. Das Gegengewicht am andern Arme des Hebels des Zapfens im Wasserbehälter wird auf dieselbe Weise bestimmt und angebracht, oder eingerichtet, wie es für die Hebel der Schwimmer der Wasserzeiger angegeben worden (siehe Art. 171 u. Fig. 213 bis 216).

Die Höhe einer Speiseröhre von der Wasseroberfläche an im Kessel gerechnet, muß natürlich größer seyn, als die Höhe der Wassersäule, welche der Dampf über den atmosphärischen Druck tragen kann, weil das Wasser, wenn es kocht, durch seine schwankende Bewegung immer über diese Höhe steigt. Für Dampfmaschinen, welche ihren Ort nicht verändern, ist eine Zuschußhöhe von 6 Palmen ausreichend, und da man hier annehmen kann, daß der Dampf im Stande ist, eine Wassersäule von 1 Palm Höhe für einen Druck von 1 niederländischen Loth auf den niederländischen Quadratzoll zu tragen, so wird die Höhe der Speiseröhre von der Wasseroberfläche an im Kessel gerechnet = 6 Palmen + noch soviel Palmen, als die Anzahl niederländischer Lothe beträgt, womit jeder Quadratzoll des Sicherheitsventiles belastet ist. Eine Weite von 6 bis 10 niederländischen Zol-

welche mit einer Spindel auf einen horizontalen Hahn in demjenigen Theile der Speiseröhre wirken, der innerhalb des Kessels liegt; oder Schwimmer, die unmittelbar unter einer Mündung der Speiseröhre liegen und diese mit einer Klappe öffnen oder verschließen ꝛc. ꝛc.) machen die Wirkung des Apparates häufig noch unsicherer.

Wo es angeht, muß eine Speiseröhre an derjenigen Stelle auf dem Kessel angebracht werden, wo die geringe Abkühlung des Wassers im Kessel durch das Speisewasser, wie auch der erste Niederschlag der Stoffe aus diesem Wasser noch den wenigsten Nachtheil verursacht. Sie muß deshalb an das hintere Ende des Kessels, so entfernt wie möglich vom Heerde, gebracht werden. Auf andere Arten von Speiseapparaten ist dieses eben so gut anwendbar.

Ein nothwendiges Erforderniß ist es, daß die Speiseröhre im Kessel unter die Wasseroberfläche und bis beinahe an den Boden des Kessels sich fortsetze. Auch muß das offene untere Ende der Röhre aufwärts umgebogen seyn (wie die Röhre in Fig. 218), oder lieber gegen die hintere oder gegen die Seitenwand des Kessels, damit kein Dampf in derselben aufsteigen kann. (In Fig. 16 ist darauf nicht Rücksicht genommen.) Diese Umbiegung der Röhre ist nicht erforderlich, wenn sich dieselbe durch den Kesselboden hindurch in einen unter dem Kessel liegenden Heißwasserbehälter fortsetzt, wovon in Art. 164 Erwähnung geschehen ist. Auch diese besondere Einrichtung darf bei der Einrichtung anderer Arten von Speiseapparaten nicht aus dem Auge verloren werden.

Der steinerne Schwimmer muß an der Hinterwand des Kessels angebracht werden, weil die Bewegung des Wassers daselbst am wenigsten heftig ist. Eine je größere Oberfläche dieser Schwimmer

dem Wasser darbietet, desto sicherer kann seine Wirkung seyn.

Der eiserne oder kupferne Draht, welcher den Schwimmer mit dem Hebel des Zapfens des Sammelbehälters verbindet, muß eine Dicke von wenigstens 4 oder 5 Linien haben; er muß so viel wie möglich ganz gerade seyn, besonders da, wo er durch die Stopfbüchse auf der Kesselhaube läuft. Die Einrichtung dieser Stopfbüchse kann verschieden seyn; in jedem Falle hat sie indessen Aehnlichkeit mit einer der Stopfbüchseneinrichtungen, die schon früher angegeben worden sind, oder in der Folge noch angegeben werden sollen. Das Gegengewicht am andern Arme des Hebels des Zapfens im Wasserbehälter wird auf dieselbe Weise bestimmt und angebracht, oder eingerichtet, wie es für die Hebel der Schwimmer der Wasserzeiger angegeben worden (siehe Art. 171 u. Fig. 213 bis 216).

Die Höhe einer Speiseröhre von der Wasseroberfläche an im Kessel gerechnet, muß natürlich größer seyn, als die Höhe der Wassersäule, welche der Dampf über den atmosphärischen Druck tragen kann, weil das Wasser, wenn es kocht, durch seine schwankende Bewegung immer über diese Höhe steigt. Für Dampfmaschinen, welche ihren Ort nicht verändern, ist eine Zuschußhöhe von 6 Palmen ausreichend, und da man hier annehmen kann, daß der Dampf im Stande ist, eine Wassersäule von 1 Palm Höhe für einen Druck von 1 niederländischen Loth auf den niederländischen Quadratzoll zu tragen, so wird die Höhe der Speiseröhre von der Wasseroberfläche an im Kessel gerechnet = 6 Palmen + noch soviel Palmen, als die Anzahl niederländischer Lothe beträgt, womit jeder Quadratzoll des Sicherheitsventiles belastet ist. Eine Weite von 6 bis 10 niederländischen Zol=

len ist ausreichend; weniger als 5 Zolle darf der Durchmesser der Speiseröhre nicht betragen, eine größere Weite läßt sich jedoch sehr leicht bestimmen, je nachdem die Dampfconsumtion größer ist und also der Kessel mehr Wasser bedarf. Muß die Röhre einen schwimmenden Eimer zur Steurung des Rauch- oder Luftregisters aufnehmen, so bestimmt sich die Weite der Speiseröhre natürlich nach dem Durchmesser dieses Eimers; ihre Höhe muß dann auch noch um 5 bis 6 Palmen vermehrt werden, wie früher bereits angegeben worden ist.

Auch kann man eine Speiseröhre ganz einfach aus einer offenen Röhre bestehen lassen, die oben im Sammelbehälter keinen Stöpsel oder Zapfen besitzt und mit keinem Wasserschwimmer in Verbindung steht; aber in der Höhe, wo sich sonst der Zapfen befindet, muß dann eine Seitenröhre angebracht werden, damit das Wasser in der Speiseröhre nie höher steigen könne, als bis zur genannten Seitenröhre, durch welche das überflüssige Wasser alsdann abläuft.

Diese Einrichtung ist einfach, aber bei derselben kann die Speisung des Kessels nie so regelmäßig geschehen, noch auch mit der Sicherheit, wie durch den gewöhnlichen Speiseapparat, und es geht manchmal durch die Schwankungen der in der Röhre stehenden Wassersäule viel Wasser verloren. Man hat dieselbe jedoch auf Dampfbooten angebracht, weil ein Speiseapparat, der mittelst eines Schwimmers wirkt, für Dampfbootkessel wegen der Bewegung des Fahrzeugs nicht wohl anwendbar ist.

AB Fig. 239 ist z. B. eine kupferne Röhre, die aus dem Kessel kommt; sie verlängert sich bis nach C, ist dort umgebogen und läuft wiederum niederwärts in der Richtung DE außer Bord. Oben bei C hat die Röhre eine Oeffnung, oder sie ist

vielmehr daselbst zum Eintragen des Wassers mit einem bedeckten Röhrchen oder mit einem winkelständigen Röhrchen abc versehen, welches bei b und c offen ist; FG ist das Druckrohr, welches von der Speisepumpe kommt und der Symmetrie der Theile wegen zwischen den beiden Röhren FG emporsteigt; durch ein Queerröhrchen BD, welches bei D verschlossen ist, und bei B mit der Röhre AB communicirt, steht die Röhre FG in Verbindung mit der Speiseröhre AB. Und man wird nun leicht begreifen, daß alles überflüssige Speisewasser durch die Druckpumpe in die Röhre AB getrieben und bei C übergeführt wird; man sieht aber auch ein, daß die richtige Quantität des nöthigen Wassers durch diese Einrichtung nicht regulirt wird, und daß eben so wenig mehr oder weniger Wasser zugeführt wird, je nachdem der Wasserstand im Kessel zu tief oder zu hoch ist. Da auch alles abhängt von dem guten Zustande der Druckpumpe, so thut man auf Fahrzeugen immer noch besser, das Wasser unmittelbar in den Kessel zu pumpen.

179. Wenn das Speisen der Dampfkessel für niedern Druck manchmal so geschieht, daß das Wasser unmittelbar in dieselben gepumpt wird, um die Weitschweifigkeit einer Speiseröhre zu vermeiden u. s. w., so wird diese Art von Füllung der Kessel nothwendig, sobald in denselben hochdrückender Dampf erzeugt wird. Wie die Einrichtung der Pumpen, welche das Wusser herbeiführen, ist oder seyn kann, wird in der Folge näher angegeben; jetzt setzen wir voraus, daß die Einrichtung ausreichend sey, und es wird deshalb hier nur von der Art und Weise, die Herbeischaffung des Speisewassers gehörig zu reguliren, die Rede seyn.

In den meisten gewöhnlichen Fällen wird die eben genannte Regulirung mittelst der Hand besorgt.

nung der Röhre sämmtlich oder gar nicht in den Kessel übertreten kann. Aber weder die eine, noch die andere Einrichtung verdient besondere Empfehlung, weil es zu unsicher ist, ob die Wirkung ohne einige Behinderung wegen der manchmal großen Reibung, welche überwunden werden muß, stattfinden kann; auch sind die hauptsächlichsten wirkenden Theile zu gut erreichbar und können durch Muthwillen oder ohne Absicht außer Gang gebracht werden.

Besser ist es dann, den Schwimmer ganz im Kessel, nicht auf Hähne, sondern auf Ventile wirken zu lassen, welche eine Mündung der Speiseröhre schließen oder öffnen, je nachdem der Wasserstand zu hoch oder zu tief ist, und deshalb eben so gut wirken, als die Verräther des Wasserstandes Fig. 225, von welchen in Art. 172. §. II dieses Kapitels die Rede gewesen ist.

Ganz von Mängeln sind diese Apparate nicht frei, aber wenn man sie von Zeit zu Zeit untersucht, wie auch den Kessel und die Sicherheitsventile, so verdienen sie dennoch viel Anempfehlung. Unter den verschiedenen Einrichtungen, welche man den genannten Apparaten geben kann, kommen besonders diejenigen in Betrachtung, welche Franklin und Tredgold vorgeschlagen haben.

Nach Franklin's Idee hängt der steinerne Schwimmer A Fig. 240 an einem eisernen Hebel ABC im Kessel. Dieser Hebel dreht sich auf einer Schärfe B, mit welcher er in ein Paar runden Augen aufgehangen ist, wie die Fig. angiebt; der Stein wird schwimmend erhalten durch das Gegengewicht C. Die Speiseröhre DE reicht 4 bis 5 Palmen unter die Wasseroberfläche und enthält an der Mündung ein metallenes Kegelventil a, dessen Spindel aus der Speiseröhre bei b hervorragt und daselbst mit der gebogenen aufsteigenden Stange

bcd (die an den Hebelarm BC geschlossen ist) durch ein Gelenk in Verbindung steht. Die Spindel des eben genannten Ventiles wird bei E und bei ef durch ein Paar Augen geleitet, von denen letzteres in einem Stäbchen ef sich befindet, welches im kurzen verschlossenen Cylinder FG auf der Kesselhaube über der Mündung der Speiseröhre DE befestigt ist. Mit diesem Cylinder steht in Verbindung die Zuführungsröhre HI der Speisepumpe, welche bei g ein kleines Büchsenventil enthält. Eine Scheidewand hi theilt den Raum des Cylinders in zwei Kammern, die durch eine Oeffnung mit einander communiciren, welche durchs Ventil k verschlossen wird, dessen Spindel wasserdicht durch den Deckel des Cylinders FG läuft und auswendig vom belasteten Hebel KLM gedrückt wird.

Durch die Wirkung der Speisepumpe gelangt anhaltend oder bei jedem Niedergange des Kolbens Wasser in die unteste Kammer des Cylinders (bei dem Hub des Kolbens verschließt sich das Ventil g und hindert das eingepumpte Wasser, zurück zu fließen). Wenn nun der Kessel Wasser bedarf, so ist der Wasserstand in demselben zu tief, und der Schwimmer hält dann natürlich das Ventil a geöffnet, so daß das zugeführte Wasser zugleich in den Kessel getrieben wird. Aber wenn der Wasserstand zu hoch ist, bleibt auch das Ventil a durch den zu hohen Stand des Schwimmers geschlossen; die Speisung hört dann auf, während durch die Wirkung der Speisepumpe das Ventil k geöffnet und das Speisewasser alsdann in die oberste Kammer des Cylinders FG getrieben wird, um durch eine Röhre NO abfließen zu können. Das Ventil k muß so stark belastet werden, wie ein Sicherheitsventil des Kessels, und kann dann auch einigermaßen als Sicherheitsventil benutzt werden.

Zur leichtern Bewegung des Ventiles a ist es besser, den Hebel ABC (siehe den partiellen Aufriß Fig. 241) mit einem Ringe PQ um die Speiseröhre DE laufen zu laufen und an jeder Seite dieser Röhre zwei niedersteigende Stangen dc mit dem Hebel zu verbinden, welche Stangen unten runde Augen haben und durch ein kurzes rundes Querstück cc gekoppelt werden, welches durch das Auge b des unteren Endes der Ventilspindel a läuft. Auch ist es von Nutzen, die Röhre DE unten zu schließen (indem nur eine Oeffnung für den freien Durchgang der Spindel ba übrig bleibt), und eine seitliche offene Röhre anzubringen, welche in einer schrägen Richtung bis beinahe an den Boden des Kessels sich fortsetzt, so daß kein Dampf in diese Röhre aufsteigen kann. Der von Tredgold vorgeschlagene Apparat ist dem Franklinschen beinahe ähnlich, nur einfacher eingerichtet und gewährt eine anhaltendere Wirkung; doch die zu überwindende Reibung der Ventile, welche durch das Schließen in den Oeffnungen derselben herbeigeführt wird, ist etwas größer.

Der Schwimmer ist eine hohle kupferne Halbkugel A Fig. 242 mit dem einen Ende des Hebels ABC verbunden und gehörig schwimmend erhalten durch das Laufgewicht Z. Das andere Ende C des Hebels wirkt mittelst der niederlaufenden Stangen dc auf die Stange des Ventiles a der Speiseröhre DE (in dem Tredgoldschen Entwurfe ist keine Speiseröhre de angegeben, und das Speisewasser muß deshalb durch den Dampf SS in den Kessel geschafft werden; natürlich ist dieses ein Mangel). Mit der Stange des Ventiles a ist zugleich verbunden das Ventil k der obersten Kammer des Cylinders FG, weshalb dieses Ventil auch durch den Schwimmer geöffnet werden muß, wenn beim Steigen des Was-

fers das Ventil a geschlossen wird. HI ist die Zuführungsröhre der Speisepumpe, und NO ist die Abflußröhre des überflüssigen Wassers, durch welche zugleich Wasser abläuft, wenn beide Ventile a und k geöffnet sind und die Speisung des Kessels zugleich stattfindet, wodurch die Wirkung mehr anhaltend wird, als diejenige des vorgenannten Apparates.

180) Vom größten Belang ist es, dafür zu sorgen, daß das Speisewasser von höchst möglicher Temperatur in den Kessel komme, damit dadurch das Wasser im Kessel die allerwenigste Abkühlung erfährt, wodurch die Wärme am meisten benutzt wird. Für die Speisung des Kessels, in welchem hochdrückender Dampf erzeugt wird, ist dieses besonders von Belang. Eine Erwärmung dieses Wassers, bevor es in den Kessel gepumpt wird (über und außer der Erwärmung, welche es durch die Verdichtung, oder durch das Entweichen des benutzten Dampfes erlangt hat) ist das natürlichste Mittel, welches sich hier darbietet, es darf jedoch diese Erwärmung nicht auf Kosten einer größern Quantität Brennstoff stattfinden.

Evans hat früher für diesen Zweck bereits vorgeschlagen, das Speisewasser erst durch ein kleines verschlossenes cylindrisches Kesselchen gehen zu lassen, welches am Dampfkessel oder hinter demselben befestigt ist und vom heißen Rauche, welcher aus dem letzten Feuerzuge kommt, warm gehalten wird.

Es sey z. B. A Fig. 243 ein cylindrischer Dampfkessel; B ein kleines cylindrisches Kesselchen neben dem großen und gleichsam im obersten Theile eines Feuerzuges liegend, so daß der heiße Rauch, welcher aus dem Feuerzuge C kommt und durch den Kanal D nach dem Schornstein streicht, einen großen Theil seiner Wärme an das Kesselchen B abge-

den kann. Wenn dann das Speisewasser durch die Röhre E in das Kesselchen B gepumpt wird und A und B auf irgend eine Weise (entweder unmittelbar durch eine gebogene Röhre oder mittelst eines der oben beschriebenen Speiseapparate FGHI) communiciren, so kann das Wasser bei einer ausreichend hohen Temperatur in den Dampfkessel getrieben werden; und diese Einrichtung wird immer zu einer wesentlichen Erhaltung des eigentlichen Dampfkessels beitragen, wie im vorhergehenden Kapitel §. VII. Art. 164 bereits angegeben worden ist.

Es war hier der geeignete Ort, diese Art der Erwärmung des Speisewassers zu erklären, weil sie zur Einrichtung der mit dem Kessel verbundenen Speiseapparate gehört; denn über die Einrichtung derjenigen Theile von Dampfmaschinen, in oder durch welche die Hitze des benutzten Dampfes zur Erwärmung des Speisewassers angewendet wird, soll in der Folge gehandelt werden.

§. V.

Ueber die Sicherheitsventile.

181. Nichts in Bezug auf die Dampfmaschine hat die allgemeine Aufmerksamkeit mehr in Anspruch genommen, als die Sicherheit des Mittels, durch welches die gefährliche Wirkung einer erhöhten Dampfspannung verhindert werden kann, oder durch welches, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, der Kessel vor dem Zerplatzen gesichert werden kann. Obschon nun diese Meinung darin ungegründet ist, daß ein Dampfkessel zu Grunde gehen, oder vernichtet werden kann durch ein unverständiges Heitzen, durch eine schlechte Aufsicht auf die Höhe des Wasserstandes (welche zu gering werden kann durch einen Fehler der Speisepumpe oder des Speiseapparates), und

durch andere Ursachen, selbst wenn das oben erwähnte Sicherheitsmittel, nämlich das Sicherheitsventil in dem erwünschtesten Zustande sich befindet, so ist und bleibt dasselbe doch ein Mittel von dem wichtigsten Belang, auf dessen Einrichtung bei der Verfertigung und bei der Untersuchung von Dampfbootkesseln nicht genug geachtet werden kann.

Deshalb und um noch bestehende verkehrte Begriffe in Bezug auf die Einrichtung der Sicherheitsventile zu beseitigen, verdienen diese Apparate bis in die kleinsten Einzelnheiten untersucht zu werden. Außer den Sicherheitsventilen bringt man an einem Dampfkessel häufig noch andere Einrichtungen an, welche ebenfalls zum Zweck haben, die Gefahr einer erhöhten Dampfspannung und dergleichen anzukündigen oder abzuwenden. Diese Mittel können als besondere Sicherheitsmittel betrachtet werden, über welche im folgenden §. besonders gehandelt werden soll.

182) Alle Sicherheitsventile stimmen darin mit einander überein, daß sie aus Klappen von ebener, konischer oder sphärischer Gestalt bestehen, die auf irgend eine Weise mit Gewicht belastet sind und die runde Oeffnung einer kurzen Röhre oder Platte verschließen, welche die Communication mit dem Dampfraum eines Kessels herstellt. Sie sind meistens in eine Büchse eingeschlossen, aus welcher eine Röhre läuft, um den Dampf aus dem Kessel abzuleiten. Ihr Dienst ist immer derselbe, nämlich dem Dampfe, dessen Spannung eine gewisse bestimmte Grenze vielleicht überschritten hat, einen Abzug zu gewähren, oder um als Erkennungsmittel einer erhöhten Dampfspannung zu dienen und zugleich den Dampf ausströmen zu lassen, wenn der Kessel nicht mehr geheitzt wird u. s. w. Die wesentliche Differenz, die zwischen Sicherheitsventilen

besteht, liegt allein in der Form, in der Richtung und in der Art ihrer Belastung. Mit Anführung der Erfordernisse oder der wünschenswerthen Erfordernisse eines Sicherheitsventiles sollen besondere Formen und Einrichtungen desselben hier ausführlich angegeben, vorgeschlagen und beurtheilt werden; aber es muß erst das eine und das andere über den Stoff, die Größe, die Anzahl und die Belastung der Ventile, wie auch über deren Stellung auf dem Kessel vorausgehen.

Der Stoff des Ventiles, wie auch des Ringes, welcher die runde Oeffnung enthält, die das Ventil verschließt, darf keinem Rost unterworfen seyn; denn durch Verrosten kann eine starke Klemmung zwischen dem Rande des Ventiles und dem Rande der Oeffnung entstehen, oder es kann der Schluß verloren gehen, so daß Dampf durchdringt. Diese beiden großen Fehler müssen so viel wie möglich vermieden werden; man nehme deshalb zum Stoff des Ventiles und des oben genannten Ringes Messing oder lieber Glockenspeise, durchaus aber kein Eisen, es müßten denn die Berührungsränder aus Metall bestehen.

Jedoch muß man immer Sorge darauf verwenden, den Rand des Ventiles und den Ring, welcher die Oeffnung bildet, häufig zu reinigen; denn in Folge der Verdampfung des Wassers setzt sich beim Oeffnen des Ventiles sehr geschwind eine Rinde von erdigen oder salzigen Substanzen an, durch deren Anhäufung eine Klemmung des Ventiles, oder ein mangelhafter Schluß verursacht werden kann.

Die Größe des Ventiles, nämlich der Durchmesser desselben wird gerechnet nach dem Durchmesser der Oeffnung, den die Klappe deckt. Es ist nämlich die Oberfläche des Kreises, die einen gleichen Durchmesser mit demjenigen der Oeffnung hat,

die man allein als die eigentliche Oberfläche betrachten kann, gegen welche der Dampfdruck ausgeübt wird. Wie deshalb die Form eines Sicherheitsventiles auch beschaffen seyn möge, so muß sein Durchmesser (ohne den Rand mit zu rechnen) demjenigen der Oeffnung gerade gleich gesetzt werden.

Je größer die Oeffnung eines Sicherheitsventiles ist, um so leichter und um so rascher findet der Abzug des Dampfes statt. Jedoch nimmt die Belastung des Ventiles mit seiner Größe zu, was Unbequemlichkeiten verursacht, die besonders ansehnlich werden auf großen Kesseln und auf solchen, in welchen Dampf von einem hohen Druck erzeugt wird. Es ist hinlänglich, die Oeffnung des Ventiles so zu bestimmen, daß durch dieselbe z. B. in Zeit von 1″ die ganze Quantität Dampf ausströmen kann, welche in derselben Zeit erzeugt wird. Und da diese Quantität nicht sehr verschieden seyn kann von derjenigen, welche sonst in den Cylinder strömt, so ist es ein annehmlicher Satz, die Oeffnung des Sicherheitsventiles so groß zu machen, als den Durchschnitt des Dampfrohres. So wie dieser Durchschnitt in §. I. dieses Kapitels Art. 169 bestimmt worden, ist derselbe gleichwohl noch einmal so groß angenommen worden, als er ohne die stattfindenden Behinderungen der Abkühlung, der Zusammenziehung ꝛc. wahrscheinlich seyn muß, und weil diese Behinderungen viel geringer sind, wenn der Dampf durch die Oeffnung des Sicherheitsventiles entweicht, so wird eine Oeffnung dieses Ventiles, die dem halben Durchschnitte der Dampfröhre gleich ist, ausreichend seyn. Aber es findet noch immer eine geringere oder größere Behinderung beim Ausströmen des Dampfes statt, und bei einem sehr heftigen Kochen des Wassers, sobald das Sicherheitsventil wegen einer erhöhten Dampfspannung sich öffnet, wird mehr

Dampf erzeugt, als die Maschine bedarf, weshalb es vorsichtig ist, die Oeffnung des Ventiles etwas größer zu nehmen.

In dieser Voraussetzung ist es meistentheils ausreichend, daß die Oeffnung des Ventiles = sey beinahe $\frac{5}{8}$ des Durchschnittes der Dampfröhre, so daß alsdann der Durchmesser der Sicherheitsröhre reichlich $\frac{3}{4}$ vom Durchmesser des Dampfrohres beträgt; was auch im Durchschnitt (jedoch nur im Durchschnitt) übereinstimmt mit einer Oberfläche des Ventiles von 3,8 niederländischen Quadratzollen auf die Pferdekraft für Dampf von niederem Druck. Die angeführte Regel, die sich auf eine im voraus bestimmte Größe des Dampfrohres gründet, kann sicher befolgt werden, unter der Bedingung, daß man dem Ventil jedoch keinen kleinern Durchmesser als von zwei niederländischen Zollen gebe, wenn derselbe für kleine Kessel nach dieser Regel kleiner ausfallen sollte. Den Durchmesser des Ventiles größer, als den berechneten Durchmesser zu nehmen, ist immer vergönnt, wenn keine Ungemächlichkeiten wegen größerer Belastung u. s. w. daraus entstehen können. Und wo bei dem Ergebniß dieser Berechnung der Durchmesser des Ventiles zu beträchtlich erscheinen sollte, kann man statt eines Ventiles zwei oder mehre besondere Ventile anbringen, indem durch die Vermehrung der Oeffnungen die Sicherheit keineswegs vermindert wird.

Der Durchschnitt der Büchse, in welcher ein Sicherheitsventil liegt, oder verschlossen werden kann (denn kleine Ventile auf kleinen Kesseln sind immer unverschlossen, worüber nachher) muß groß genug seyn, daß der Dampf längs dem Umfange des Ventiles ohne Behinderung durchstreichen kann; dafür sey dieser Durchschnitt = der doppelten Ober-

fläche eines Kreises, der den größten oder den äußeren Durchmesser des Sicherheitsventiles zum Diameter hat. Die Höhe der Büchse betrage wenigstens so viel, daß das Ventil ungehindert bis über die Oeffnung der Abzugröhre, oder so weit sich öffnen könne, daß der Dampf mit weniger Behinderung zu entweichen vermag.

Der Durchschnitt der Röhre, durch welche der Dampf aus der Büchse entweicht, braucht reichlich so groß zu seyn, als die Oeffnung des Sicherheitsventiles, weil sonst durch Reibung und Abkühlung in dieser Röhre eine größere Behinderung Platz greifen würde, als wenn der Dampf durch die Oeffnung des Ventiles ausfließt; aber viel größer als diese Oeffnung braucht der Durchschnitt der Abzugsröhre nicht genommen zu werden, indem es ausreichend ist, daß die Röhre im Lichten einen Durchmesser habe, welcher gleich ist dem Durchmesser des Ventiles im Dunkeln.

Es ist eine gute Sicherheitsmaßregel, auf einem Dampfkessel zwei Sicherheitsventile anzubringen, besonders, wenn hochdrückender Dampf erzeugt wird. Selbst wenn die Kessel sehr lang sind und keine besondere Sicherheitsmittel angewendet werden, durch welche die Anzahl der Stücken auf dem Kessel bereits groß ist, kann ein drittes Ventil als sogenanntes Nothventil nicht für überflüssig erachtet werden.

Nach den bei uns bestehenden gesetzlichen Bestimmungen müssen alle Dampfkessel mit zwei Sicherheitsventilen von gleichen Dimensionen versehen seyn. Es würde jedoch besser seyn, daß auf Kesseln, in welchen hochdrückender Dampf erzeugt wird und die von nicht sehr kleinem Caliber sind, das eine Ventil einen kleinern Durchmesser hätte, als das andere, welches dem Heitzer oder dem Maschinenaufseher zugänglich ist. Denn dieses Ven-

til könnte dann unmittelbar belastet werden, wodurch seine Wirkung nicht unterworfen wäre der Behinderung, welche manchmal stattfinden kann, wenn die Belastung mittelst eines Hebels geschieht, wie es bei Ventilen auf Kesseln für hohen Dampfdruck meistentheils der Fall ist. Oder man müßte, um von der erwähnten Bestimmung nicht abzuweichen, ein drittes Ventil von einem kleinen Durchmesser anbringen, welches unmittelbar belastet wäre und eigentlich als Nothventil diente.

Die Belastung eines Sicherheitsventiles muß regulirt werden nach der im voraus bestimmten höchsten Spannung, über welche hinaus der Dampf nicht geheizt werden soll. Das Ventil wird von unten durch den Dampf im Kessel gedrückt; von oben drückt die atmosphärische Luft auf dasselbe und zwar mit einem mittlern Gewichte von 103 niederländischen Lothen auf den niederländischen Quadratzoll. Um wie viel der größte Dampfdruck auf den Quadratzoll 103 Lothe übersteigen kann, mit eben so viel Gewicht auf den Quadratzoll muß das Ventil belastet werden. Nach Kreiszollen gerechnet, beträgt der atmosphärische Druck 81 Loth, und jede 100 Wigtjes des Dampfdruckes auf den Quadratzoll sind = 78,5 Wigtjes auf den Kreiszoll. Für hohen Dampfdruck rechnet man nach Atmosphären; für jede Atmosphäre Dampfdruck über den atmosphärischen Druck muß dann das Sicherheitsventil belastet werden mit 103 Lothen auf den Quadratzoll, oder mit 81 Lothen auf den Kreiszoll. Man muß deshalb die Belastung der Sicherheitsventile nach dem sogenannten Ueberdrucke des Dampfes reguliren, wie früher bereits mehrmals bemerkt worden ist.

Unnöthig würde es seyn, hier Beispiele von Berechnungen für bestimmte Fälle zu geben; allein man berücksichtige, daß unter das Gewicht der Belastung immer mit zu rechnen ist das Gewicht des Ventiles und seiner Spindel, wie auch das Gewicht des drückenden Hebels (wenn einer angewendet wird) in seinem Schwerpunkte hängend (den man durch Probiren suchen muß) und reducirt auf den Punkt der Ventilstange, auf welchen er drückt. Auch wird die Arbeit sehr verkürzt, wenn man nach Kreiszollen und nicht nach Quadratzollen rechnet; denn man braucht dann nur das Quadrat des Ventildurchmessers (d. h. von der Oeffnung, welche das Ventil deckt) in niederländischen Zollen ausgedrückt, zu multipliciren mit der Zahl Unzen oder Lothe Dampfdruck auf den Kreiszoll, um die totale Belastung des Ventiles zu bekommen. Wenn endlich zwei Sicherheitsventile auf dem Kessel angebracht sind, so sehe man darauf, die Last des zweiten Ventiles $\frac{1}{20}$ größer zu nehmen, als diejenige des ersten, welches durch den Heitzer oder Maschinenaufseher gesteuert wird.

Wenn die Oeffnung eines Sicherheitsventiles z. B. einen Durchschnitt von 100 Quadratzollen hätte und der Durchmesser des Ventiles im Dunkeln so viel größer wäre, als der Durchmesser der Oeffnung, daß der über der Oeffnung liegende Rand, (mit welchem das Ventil auf dem Rande seiner Oeffnung ruht) einer Oberfläche von 30 Quadratzollen betragen würde, so müßte der Dampf auf einer Oberfläche von 100 Quadratzollen gegen das Ventil drücken, während von außen die Luft auf eine Oberfläche von 130 Quadratzollen drücken würde. Angenommen nun, daß der Dampfdruck 30 Loth auf den Quadratzoll Ueberdruck ausübte, so müßte das Ventil mit einem Gewichte von 30 niederlän-

dischen Pfunden belastet werden. Da aber die Luft auf 130 Quadratzoll und nicht gleich dem Dampfe auf 100 Quadratzoll drückt, so übt sie auf einen Ueberschuß von 30 Zollen, nämlich auf den Rand des Ventiles, bereits mehr als 30 Pfunde Druck aus, und es scheint deshalb, daß ein Zusatz von Gewicht nicht nöthig sey, zumal da auch das Gewicht des Ventiles bereits einen Theil der Belastung ausmacht. Die Frage entsteht nun, ob auf diese Umstände in der Berechnung Rücksicht zu nehmen sey?

Wenn die Berührung der Ventilränder mit der zu verschließenden Oeffnung aufs Vollkommenste stattfindet, dann muß ohne Nebenumstände ein Ankleben der beiden Oberflächen bestehen, welches allein durch den Druck der äußern Luft verursacht wird, und dieser Druck muß dann auch ohne Zweifel in der Berechnung mit in Ansatz kommen. Aber erstens findet die Berührung niemals vollkommen statt, so daß sich keine unebenen Theilchen oder keine Luft- oder Wassertheilchen zwischen den Oberflächen befinden und daß darum der Schluß unvollkommen, d. h. nicht dampfdicht ist; und zum andern hat die Luft, welche in der Büchse auf das Ventil drückt, immer eine erhöhte Temperatur, in Folge welcher ihre Schwere geringer seyn muß, als oben vorausgesetzt wird. Deshalb läßt man den Druck der Luft auf den Rand der Ventilberührung ganz außer Rechnung. Aber die Extension dieses Randes, gegen welchen der Dampf nicht drücken kann, muß auch so klein wie möglich seyn, und keine Substanz, wie z. B. Fett und dergleichen, durch welche das Ankleben befördert werden kann, muß sich zwischen den Berührungsoberflächen befinden; sonst könnte doch der Druck der äußern Luft auf den Rand des Ventiles eine wesentliche Bela-

stung werden, so wie es auch ohne diese Mängel in einzelnen Fällen etwas unsicher bleibt, ob dieser Druck nicht für irgend einen Theil den Dampfdruck balanciren kann, — ein Umstand, durch welchen das Vertrauen auf die unfehlbare Wirkung eines Sicherheitsventiles geschwächt wird und in Folge welches man es sich dann um so mehr zur Pflicht machen muß, ein Sicherheitsventil häufig zu untersuchen, seinen Rand und denjenigen der Oeffnung rein zu erhalten und sich mehrmals von seinem unbehinderten Gange zu vergewissern.

Die Anbringung eines Sicherheitsventiles auf einem Kessel wird häufig so bestimmt, daß es bequem vom Heitzer oder Maschinenauffseher gesteuert werden kann; auch wohl daß es keinen zu großen Abstand vom Schornsteine habe, in welchen die Abflußröhre des Dampfes sich einmündet. Oder man regulirt diesen Punkt nach der Form des Kessels und nach den Umständen der Oertlichkeit, wie dieses auf Dampfbootkesseln der Fall ist. Dadurch fällt nun die Aufstellung eines Sicherheitsventiles sehr verschieden aus. Man kann darin in gewisser Hinsicht auch sehr willkührlich zu Werke gehen, wenn nur, sobald zwei Ventile vorhanden sind, ihre gegenseitige Entfernung gering ist, wie auch, wo dieses angeht, ihre Entfernung von demjenigen Punkte des Kessels, welcher die meiste Feuerwärme empfängt, und wo deshalb häufig die Dampfspannung am stärksten ist, nicht zu groß seyn darf. Ist ein Sicherheitsventil auf der Haube eines Kessels angebracht, und besteht keine große Entfernung zwischen der untern Fläche des Ventiles und der Wasseroberfläche im Kessel, so daß dieses Wasser gegen das Ventil heftig anstoßen kann, so muß letzteres in seiner Büchse nothwendig eine erhöhte Stellung be-

kommen, oder diese Büchse muß an einen höher gelegenen Theil des Kessels gefügt werden, oder man verlängert sie auch, nur nicht mehr, als absolut nothwendig ist, weil sonst der Ausfluß des Dampfes durch die Oeffnung des Ventiles zu sehr verzögert werden könnte. Im 6ten Kap. der vorhergehenden Abtheilung Fig. 102 Taf. XI. ist dieses für einen besondern Fall bereits erläutert.

183) Erfordernisse der Sicherheitsventile; besondere Arten und Formen von Ventilen.

Ein Sicherheitsventil muß so eingerichtet seyn, daß es folgende Erfordernisse besitzt:

1) Es muß ohne Hinderung können gehoben werden und ohne daß es vor oder während dem Heben weiche oder wanke. Für diesen Zweck muß das Ventil mit seiner Last, wie man dieses nennen kann, gut centrirt seyn, was so viel sagen will, daß die vertikale Linie, die durch den Mittelpunkt des Ventiles läuft, zugleich auch durch den Schwerpunkt des belasteten Ventiles laufen muß. Vollkommen genau ist dieses selten zu erreichen, und bei der vollkommensten Construction muß Abweichung stattfinden, wenn der Kessel z. B. auf einen Dampfwagen oder auf ein Dampfboot gesetzt ist. Darum wird eine Leitung der Ventilstange in jedem Falle nothwendig, und diese Leitung muß deshalb so viel wie möglich ohne Reibung geschehen und mit der geringsten Behinderung des durch die Ventilöffnung ausfließenden Dampfes.

2) Während des Hebens braucht der Druck der Last auf das Ventil durch den besondern Rand dieses letztern gar nicht vermehrt zu werden, sondern muß sogar abnehmen. Um diesen letzten Zweck zu erreichen, machen sich jedoch besondere mechanische Einrichtungen nothwendig. Denn wenn ein Sicher-

heitsventil durch den Dampf gehoben wird, so wirkt der Dampf nach dem Heben gegen die ganze untere Fläche des Ventiles, während er vor dem Heben nur gegen einen Theil dieser Oberfläche drückte, die gleich ist dem Durchschnitte der Oeffnung; es scheint deshalb, daß das Ventil vom Dampfe leichter offen erhalten, als durch denselben gehoben werden könne, und daß auf diese Weise nach der Oeffnung des Ventiles die Last bereits leichter ist als zuvor. Aber darauf darf man sich nicht so leicht verlassen, weil der Dampf, wenn er auch nach dem Heben des Ventiles auf eine größere Oberfläche als zuvor drückt, jedoch bei dem Ausfließen bereits eine Ausdehnung und Verdichtung und also eine Verminderung der Druckkraft erfährt.

3) Die Form des Ventiles sey so beschaffen, daß man den wenigsten Effect zu erwarten habe von dem Drucke der Luft auf den Rand, welcher über die Oeffnung hinausragt und mit welchem das Ventil auf dem Rande dieser Oeffnung ruht. Von dem Effecte dieses Druckes ist am Ende des vorhergehenden Artikels bereits die Rede gewesen.

4) Ein Sicherheitsventil muß durch Muthwillen oder unversehens nicht überladen oder in seinem Gange gelähmt werden können.. Für diesen Zweck gibt es kein anderes Mittel, als das Ventil in einer bedeckten Büchse einzuschließen, aber die Steurung muß ungehindert stattfinden können, ohne daß wiederum von dieser Seite einige Behinderung verursacht werden kann.

5) Ein Sicherheitsventil muß seine Oeffnung ohne Klemmen dampfdicht schließen. Vorausgesetzt, daß der Stoff des Ventiles und des Ringes seiner Oeffnung Glockenspeise sey, was im Art. 182 bereits vorausgesetzt wurde, so kann man mit jeder Sorte oder Form des Ventiles einen dampfdichten

Schluß erlangen, sobald die Verfertigung der betreffenden Stücke mit der größten Genauigkeit ausgeführt wird. Die Klemmung hängt mehr oder weniger ab von der Form des Ventiles; der Ansatz im Kessel trägt das Seinige auch dazu bei, und das vielfältige Untersuchen und Reinigen darf deshalb niemals verwahrlost werden, damit alle Veranlassung zum Klemmen so viel wie möglich beseitigt werde. Findet sichs bei einer Untersuchung, daß das Ventil zu fest schließt, oder auch, daß es nicht gut schließt, so muß dem Mangel sogleich dadurch abgeholfen werden, daß man das Ventil von Neuem abdreht, oder mit Schmirgel um den Rand seiner Oeffnung herum schleift. Verfährt man auf eine andere Weise, um den guten Schluß herzustellen, so kann man das Klemmen vielleicht befördern.

6) Endlich muß die Oeffnung des Ventiles so eingerichtet oder angebracht werden, daß der Dampf mit der geringsten Behinderung ausfließen kann.

Man kann die Sicherheitsventile auf zwei allgemeine Arten unterscheiden: erstlich hinsichtlich ihrer Form und zweitens hinsichtlich ihrer Einrichtung.

Die Form anlangend unterscheidet man die Ventile in ebene Ventile, in Kegelventile, in parabolische oder kehlförmige Ventile und in kugelförmige Ventile.

Die Einrichtung anlangend kommen vornämlich die besondern Arten der Belastung und der Leitung der Ventile in Betrachtung; denn die Belastung kann unmittelbar geschehen, oder mittelst eines Hebels, oder einer Zusammensetzung von Hebeln, während die Leitung der Ventile durch Spindeln oder Büchsen, oder auf andere Weise bewerkstelligt wird. Auch hinsichtlich des Besondern der Einrichtung können die Sicherheitsventile verschieden seyn,

z. B. was die Art des Hebens, des Verschließens rc. anlangt, was weiter unten ausführlich angegeben werden soll.

Ebene Ventile haben eine vollkommen **ebene** Unterseite (siehe Fig. 26 und Fig. 244 Nr. 1, 2 und 3), oder sie ruhen vielmehr mit einem vollkommen ebenen Rand auf dem ebenfalls ebenen Rande des Metallringes, welcher auf der Oeffnung liegt. Wenn die Spindel oder Stange eines Sicherheitsventiles durch ein Auge geleitet wird, **unter dem Ventile** in einem Stäbchen angebracht, welches verbunden ist mit dem Ringe der Oeffnung, so muß man dafür sorgen, daß die untere Seite des Ventiles nicht in Berührung komme mit dem eben erwähnten Stäbchen, damit kein Klemmen, oder eine Verminderung der Oberfläche stattfinden könne. Muß deshalb dieses Stäbchen, weil es schwer hält, dasselbe tiefer zu legen, genau am Ventile anliegen, so muß man die untere Fläche des Ventiles innerhalb seines Randes ein wenig ausdrehen, so daß die Berührung mit dem Stäbchen aufgehoben wird; das Ventil bekommt dann im Durchschnitte die Gestalt, welche in Fig. 244 Nr. 4 angegeben ist (vergleiche auch Fig. 27 Taf. II. und Fig. 44 Taf. V). Auf Kugelventile und andere Ventile findet diese Bemerkung eben so gut Anwendung.

Bei ebenen Ventilen findet ein schlechter Schluß eher statt, als bei anderen Ventilen; aber bei einer genauen Aufsicht kann man sie immer ganz eben und gut schließend erhalten, wo dann niemals ein Klemmen stattfindet, wie es bei anderen Ventilen der Fall ist. Deshalb ist die Anwendung ebener Ventile am meisten anzurathen, sobald nur der Rand, mit welchem sie auf dem Ringe der Oeffnung ruhen, die kleinstmögliche Extension hat, weil sonst bei irgend einem festen Ankleben dieses Randes auf dem

genannten Ringe der Effect des Luftdruckes auf das Ventil größer werden kann, als bei anderen Arten von Ventilen, was eben letzteren einen Vorzug geben kann. Könnte die Einrichtung der ebenen Ventile von der Art seyn, wie im Durchschnitte Fig. 245 Nr. 1 oder 2 angegeben ist, so daß das Ventil allein auf einem erhabenen scharfen oder abgerundeten Rande des Ringes ruhte (Fig. 245 Nr. 1), oder daß es selbst auf einem vortretenden Rande stände (Fig. 245 Nr. 2), so würde der eben erwähnte Druck der Luft so wenig, als das Ankleben des Ventiles jemals zu fürchten seyn. Aber unter dieser Form würde das Ventil beim Niederfallen leicht beschädigt werden können, auch bald aufhören, ganz eben und gut schließend zu seyn. Man kann indessen diese Einrichtung für Nothventile annehmen (siehe §. VI. Art. 188).

Kegelförmige Ventile haben einen kegelförmig zulaufenden Rand, mit welchem sie in den kegelförmig ausgedrehten Ring der Oeffnung schlußgerecht passen (siehe Fig. 246 Nr. 1 bis 4). Sie geben einen sehr guten Schluß, können aber auch in ihren Oeffnungen zu stark klemmen, weil sie in den Ring keilartig einpassen. Findet ein solches Klemmen statt, so kann der Druck der Luft auf die Strecke des Berührungsrandes eine sehr nachtheilige Wirkung haben, obschon wegen der schrägen Form des genannten Randes seine Extension in der horizontalen Richtung (und nur in dieser Extension darf der Luftdruck gerechnet werden) häufig kleiner ist, als sie bei einem ebenen Ventile seyn würde. Um das mögliche Klemmen eines Kegelventiles aufs Kleinste zu reduciren, ohne den guten Schluß zu vermindern, muß die Extension des kegelförmigen Ventilrandes gering seyn (siehe Fig. 246 Nr. 3) und der Winkel zwischen der Richtung dieses Ran-

des und der verlängerten untern Fläche des Ventiles mag deshalb eher 30° als 45° betragen.

Besser als die Kegelventile sind häufig die sogenannten **parabolischen Ventile** (Fig. 247 Nr. 1 u. 2), deren Ränder eine Gestalt haben, welche einem Theile der Auskehlung einer Seilrolle ähnlich ist. Wenn diese Ränder sich nicht weit in die Breite und Höhe erstrecken, so schließen die Ventile gut, ohne stark zu klemmen; die gute Verfertigung derselben erheischt jedoch viel Sorgfalt.

Kugelventile (Fig. 248 Nr. 1, 2 u. 3), welche einen sphärischen Rand haben oder aus einer ganzen Kugel bestehen, oder die Gestalt eines Kugelsegmentes besitzen, gewähren den Vortheil des guten Schlusses, mögen sie nun in einer mehr oder weniger schrägen Richtung in ihre Oeffnungen zu liegen kommen. Sie brauchen für diesen Zweck auch nur auf eine sehr kleine Strecke mit dem Rande der Oeffnung in Berührung zu stehen. Aber sie können auch eben so wie die Kegelventile in ihren Oeffnungen stark geklemmt werden, und wenn sie die Gestalt einer ganzen Kugel oder eines Kugelabschnittes haben, so wird dadurch der Ausfluß des Dampfes immer mehr oder weniger behindert.

Man kann noch eine fünfte Art von Sicherheitsventilen unterscheiden, nämlich die **Kolbenventile**. Sie bestehen aus einem massiven, mit Hanf umwickelten Kolben, ähnlich demjenigen einer Druckpumpe und passen schlußgerecht in eine ausgebohrte Büchse, so daß sie wie ein kleiner Dampfkolben eingerichtet sind. Durch Probiren werden sie so viel belastet, daß der Dampf von einer gewissen voraus bestimmten Spannung im Stande ist, die Reibung derselben zu überwinden und sie bis über die Oeffnung der Abflußröhre zu heben. Das Mangelhafte und Gefährliche dieser Einrichtung springt

ins Auge, weshalb man sich um so mehr verwundern muß, daß diese Art von Ventilen nicht allein vorgeschlagen, sondern sogar auf einigen Dampfkesseln auch angewendet worden ist.

Ein Sicherheitsventil wird im Allgemeinen mit eisernen oder bleiernen cylindrischen Gewichten belastet; denn soll der Druck auf das Ventil durch eine Feder und die damit verbundene Einrichtung für die Leichtigkeit und die compendiöse Einrichtung derjenigen eines Wasserventiles ähnlich seyn (s. Fig. 120 Taf. XII.), so würde dieses immer eine sehr unsichere Wirkung geben müssen. Dieses Gewicht wird entweder unmittelbar auf das Ventil gelegt, oder kann an dasselbe gehangen werden, oder das Ventil wird von einem belasteten Hebel gedrückt.

Die unmittelbare Belastung ist die sicherste, denn durch ein auf das Ventil selbst gelegtes Gewicht kann weder eine behinderte Hebung des Ventiles, noch ein Ausweichen desselben herbeigeführt werden, sobald nur dieses Gewicht gut centrirt, d. h. rings um den Mittelpunkt des Ventiles gleichförmig gelegt und gleich schwer ist.

Wird dagegen der Druck durch einen belasteten Hebel ausgeübt, so hat das Ventil während des Hebens immer eine Neigung, zu wanken, so wie auch durch die Reibung und das mögliche Klemmen des Hebels und der Gelenke (mit welchen die Spindel des Ventiles häufig an den Hebel geschlossen ist) das Aufgehen des Ventiles manchmal beträchtlich behindert werden kann. Aber die Hebelventile geben Gelegenheit zur Erleichterung der Last während der Oeffnung des Ventiles; auch bringen sie wenig Last auf den Kessel im Vergleiche mit den unmittelbar belasteten Ventilen. Die unmittelbare Belastung kann auch, wenn die Oberfläche des Ventiles groß ist, oder wenn sie hochdrückenden Dampf

im Kessel zurückzuhalten hat, einen unmäßig großen und gefährlichen Apparat erfordern, und das Heben desselben, um den Dampf ausfließen zu lassen, wenn das Heitzen aufhört, kann zu schwierig werden, oder die Anwendung eines complicirten mechanischen Apparates erfordern. Auch kann man die Einrichtung der Hebelventile recht gut so vollkommen machen, daß bei einer genauen Aufsicht, welche doch immer erfordert wird, die erwähnten Mängel wenig mehr zu bedeuten haben.

Dieses alles soll nun deutlicher werden durch die folgenden Beschreibungen bestehender oder vorgeschlagener, oder hier proponirter besonderer Einrichtungen von Sicherheitsventilen, aus welchen Beschreibungen man zugleich den Unterschied der Ventile hinsichtlich der Art und Weise abnehmen kann, wie sie gehoben, geleitet, geschlossen werden u. s. w.

184) Unmittelbar belastete Ventile. Die unmittelbar belasteten Ventile (von welcher der vier oben genannten Arten sie auch seyn mögen) können hinsichtlich des Apparates verschieden seyn, je nach der besondern Art, wie sie während des Auf- und Niedergehens geleitet werden; je nach der Art der Belastung; und je nach der besondern Weise, wie sie gesteuert werden können, ohne daß sie Gelegenheit zu muthwilliger oder unvorhergesehener Ueberladung darbieten. Auf kleine Kessel, oder wenn die Dimension der Ventile gering ist, können sie (oder auch eins derselben) unverschlossen angebracht werden; sind sie in einer Büchse eingeschlossen, so kann die Verschließung ganz, oder theilweise seyn, je nachdem überhaupt dann keine Gelegenheit zur Steurung vorhanden zu seyn braucht *).

---

*) Es ist gerade keine Nothwendigkeit, daß d[...] til für den Heitzer oder für den Aufseher der A[...]

Fig. 249 gibt (zum Theil im Durchschnitt) eine einfache Einrichtung eines nicht verschlossenen Kegelventiles, dessen durchlaufende Spindel in zwei Augen unten und oben geleitet wird. Das unterste Auge o ist im kupfernen Mittelstäbchen eines platten Ringes angebracht, welcher zwischen der Kesselhaube ab und dem untern Rande des Mundstückes, oder der Büchse AB liegt; das obere Auge O befindet sich in einem eisernen Stäbchen, welches von den beiden kurzen Docken CA und DB getragen wird. Diese Art der Leitung ist bereits früher angegeben. Die Augen müssen weit genug gebohrt werden, um der Spindel noch einigen Spielraum zu lassen, wenn das Metall durch die Hitze ausgedehnt worden ist.

Zur Vermeidung des Mittelstäbchens, durch dessen Auge das untere Ende der Stange geleitet wird und wodurch das Entweichen des Dampfes einigermaßen behindert werden könnte, oder dessen Ausdehnung bei einer sehr hohen Temperatur des Dampfes nachtleilig werden könnte, — und um zugleich auch das senkrechte Heben des Ventiles am sichersten zu befördern, ist es sehr gebräuchlich, das Ventil unten in seiner Büchse durch ein offenes Büchschen, oder ein massives Kreuz mit 3 oder 4 Armen, fest verbunden mit dem Ventile, so daß sie nämlich mit demselben ein Ganzes bilden, zu leiten. Diese bei-

---

in einer Büchse liege. Dieses geschieht hauptsächlich deswegen, um vom Dampfe nicht belästigt zu werden, wenn er aus dem Kessel durch das in den Schornstein, oder nach außen geleitete Ausflußrohr abgeschlagen werden muß. Dieses könnte jedoch mittelst einer besondern Röhre geschehen, die mit einem Hahne verschlossen ist, welcher vom Heitzer gesteuert wird. Die Ventile brauchten sich dann nur zu öffnen bei einer erhöhten Dampfspannung; sie brauchten nicht als Abzugventile für den Dampf zu dienen, sondern als eigentliche Sicherheitsventile, und bei einem derselben könnte man die Büchse ganz entbehren.

den Einrichtungen sind für ein Kegelventil mit büchsenförmigem Schwanz in Fig. 250 und für ein ebenes Ventil mit kreuzförmigem Schwanz in Fig. 251 dargestellt, und größerer Deutlichkeit halber sind die Ventile besonders in der Durchsicht, im Grundriß und im Aufriß in den Figg. 252, 253 und 254 gegeben, nämlich:

Fig. 252 A Durchsicht; B Grundriß und Aufriß eines Ventiles mit büchsenförmigem Schwanz.

Fig. 253 A Durchsicht; B Grundriß und Aufriß eines Ventiles mit dreieckigem kreuzförmigen Schwanz.

Fig. 254 dasselbe für ein Ventil mit viereckigem kreuzförmigen Schwanz.

Da diese Schwänze blos zur Leitung der Ventile dienen, so müssen sie sich frei, d. h. ohne alles Klemmen oder Reiben (wenn sie durch die Hitze ausgedehnt sind) in den Oeffnungen oder Büchsen bewegen können, jedoch immer nur mit gerade so viel Spielraum, als höchst nöthig ist, z. B. mit ¼ Linie auf jeder Seite, sie müssen auch eine solche Länge haben, daß sie bei dem höchsten Hube des Ventiles immer noch in ihren Büchsen bleiben.

Unter den beiden angegebenen Formen sind die kreuzförmigen Schwänze die stärksten und dauerhaftesten, aber sie behindern den Dampfausfluß, welcher durch die Oeffnungen des büchsenförmigen Schwanzes freier, d. h. mit weniger Zusammenziehung stattfindet; für kleine Ventile muß man sie deshalb lieber nicht anwenden, und wenn sie der Festigkeit halber an großen und schwerbelasteten Ventilen vorzugsweise angebracht werden, so müssen die Oeffnungen dieser Ventile etwas größer gemacht werden, als gewöhnlich, damit durch die erwähnten Zusammenziehungen der Dampfausfluß nicht vermindert werde.

til könnte dann unmittelbar belastet werden, wodurch seine Wirkung nicht unterworfen wäre der Behinderung, welche manchmal stattfinden kann, wenn die Belastung mittelst eines Hebels geschieht, wie es bei Ventilen auf Kesseln für hohen Dampfdruck meistentheils der Fall ist. Oder man müßte, um von der erwähnten Bestimmung nicht abzuweichen, ein drittes Ventil von einem kleinen Durchmesser anbringen, welches unmittelbar belastet wäre und eigentlich als Nothventil diente.

Die Belastung eines Sicherheitsventiles muß regulirt werden nach der im voraus bestimmten höchsten Spannung, über welche hinaus der Dampf nicht geheitzt werden soll. Das Ventil wird von unten durch den Dampf im Kessel gedrückt; von oben drückt die atmosphärische Luft auf dasselbe und zwar mit einem mittlern Gewichte von 103 niederländischen Lothen auf den niederländischen Quadratzoll. Um wie viel der größte Dampfdruck auf den Quadratzoll 103 Lothe übersteigen kann, mit eben so viel Gewicht auf den Quadratzoll muß das Ventil belastet werden. Nach Kreiszollen gerechnet, beträgt der atmosphärische Druck 81 Loth, und jede 100 Wigtjes des Dampfdruckes auf den Quadratzoll sind = 78,5 Wigtjes auf den Kreiszoll. Für hohen Dampfdruck rechnet man nach Atmosphären; für jede Atmosphäre Dampfdruck über den atmosphärischen Druck muß dann das Sicherheitsventil belastet werden mit 103 Lothen auf den Quadratzoll, oder mit 81 Lothen auf den Kreiszoll. Man muß deshalb die Belastung der Sicherheitsventile nach dem sogenannten Ueberdrucke des Dampfes reguliren, wie früher bereits mehrmals bemerkt worden ist.

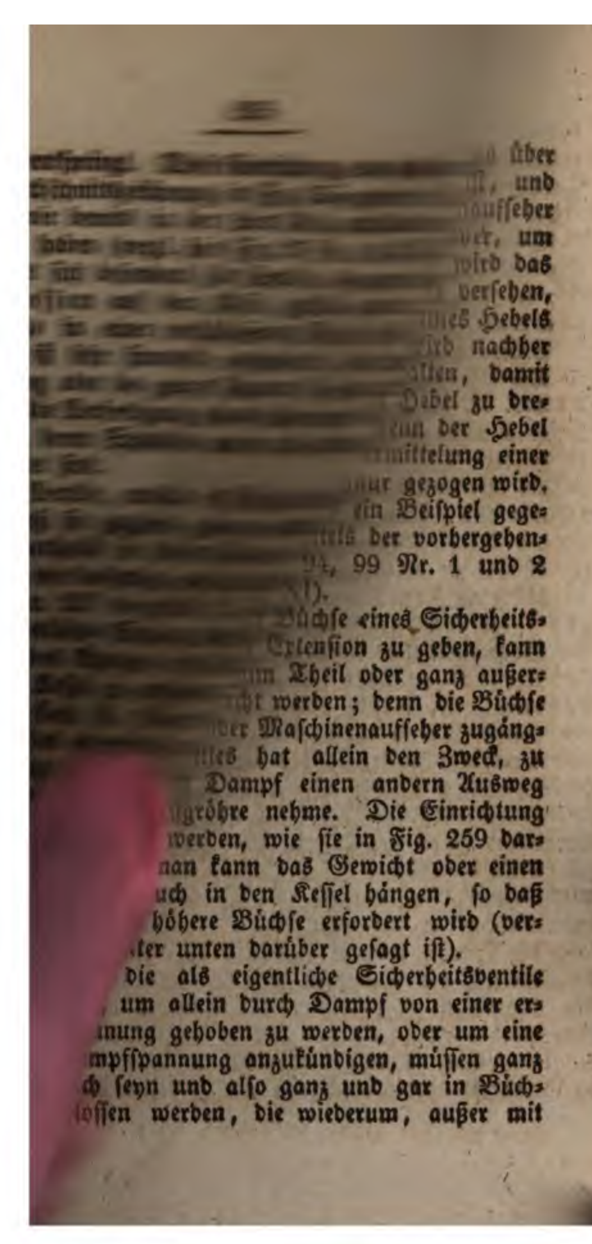
Unnöthig würde es seyn, hier Beispiele von Berechnungen für bestimmte Fälle zu geben; allein man berücksichtige, daß unter das Gewicht der Belastung immer mit zu rechnen ist das Gewicht des Ventiles und seiner Spindel, wie auch das Gewicht des drückenden Hebels (wenn einer angewendet wird) in seinem Schwerpunkte hängend (den man durch Probiren suchen muß) und reducirt auf den Punkt der Ventilstange, auf welchen er drückt. Auch wird die Arbeit sehr verkürzt, wenn man nach Kreiszollen und nicht nach Quadratzollen rechnet; denn man braucht dann nur das Quadrat des Ventildurchmessers (d. h. von der Oeffnung, welche das Ventil deckt) in niederländischen Zollen ausgedrückt, zu multipliciren mit der Zahl Unzen oder Lothe Dampfdruck auf den Kreiszoll, um die totale Belastung des Ventiles zu bekommen. Wenn endlich zwei Sicherheitsventile auf dem Kessel angebracht sind, so sehe man darauf, die Last des zweiten Ventiles $\frac{1}{20}$ größer zu nehmen, als diejenige des ersten, welches durch den Heitzer oder Maschinenaufseher gesteuert wird.

Wenn die Oeffnung eines Sicherheitsventiles z. B. einen Durchschnitt von 100 Quadratzollen hätte und der Durchmesser des Ventiles im Dunkeln so viel größer wäre, als der Durchmesser der Oeffnung, daß der über der Oeffnung liegende Rand, (mit welchem das Ventil auf dem Rande seiner Oeffnung ruht) einer Oberfläche von 30 Quadratzollen betragen würde, so müßte der Dampf auf einer Oberfläche von 100 Quadratzollen gegen das Ventil drücken, während von außen die Luft auf eine Oberfläche von 130 Quadratzollen drücken würde. Angenommen nun, daß der Dampfdruck 30 Loth auf den Quadratzoll Ueberdruck ausübte, so müßte das Ventil mit einem Gewichte von 30 niederlän-

Die Sicherheit der Leitung anlangend, hat keine Sorte von Schwänzen vor der andern einen Vorzug; von beiden wird das Ventil ganz lothrecht und unverrückbar geleitet.

Es ist nicht immer nöthig, daß die Spindel eines Sicherheitsventiles, welches von unten mittelst eines Schwanzes geleitet wird, mit dem Ventile verbunden sey. Denn wenn das Ventil nicht mittelst der Hand gehoben zu werden braucht, so kann die Spindel mit einem Zapfen ganz lose auf den ausgedrehten Mittelpunkt des Ventiles gestellt werden, sie muß jedoch unten einen Kragen haben, auf welchem das Gewicht ruht (siehe Fig. 251); endlich kann man diese Spindel alsdann mit weniger Sorge und Mühe und immer auch aus Eisen verfertigen. Dieses ist jedoch nur anwendbar auf Ventile von der eben erwähnten Einrichtung; denn das Ventil würde einem nachtheiligen Wanken ausgesetzt seyn, wenn die Leitung von unten nur durch ein Auge erfolgte und die belastete Spindel ganz lose aufs Ventil gesetzt wäre, und man müßte dann, um eine lose Spindel anzuwenden, dieselbe mit einem breiten Fußstück zwischen einer Gabelleitung auf das Ventil setzen. So wie er in Fig. 251 dargestellt ist, ist der Apparat eines Ventiles mit kreuzförmigem Schwanze der einfachste; der Ring des Ventiles liegt unmittelbar auf der Kesselhaube a b, und die Spindel wird durch das Auge eines einzelnen galgenförmig umgebogenen Ständers geleitet, der auf die Kesselhaube geschraubt ist.

Die Leitung kann auch bewerkstelligt werden, ohne daß man einen besondern Ständer anbringt, durch dessen Auge die Ventilspindel läuft, indem man blos die Ventilspindel gleich einer Büchse oder Hülse hohl macht und sie über einen feststehenden Dorn laufen läßt, der aus dem Mittelpunkte des Ventilrin-


über
und
ufseher
er, um
wird das
versehen,
es Hebels
ird nachher
llen, damit
Hebel zu dre-
n der Hebel
mittelung einer
ur gezogen wird.
ein Beispiel gege-
ls der vorhergehen-
4, 99 Nr. 1 und 2
1).
Büchse eines Sicherheits-
Extension zu geben, kann
m Theil oder ganz außer-
cht werden; denn die Büchse
der Maschinenaufseher zugäng-
iles hat allein den Zweck, zu
Dampf einen andern Ausweg
gröhre nehme. Die Einrichtung
werden, wie sie in Fig. 259 dar-
man kann das Gewicht oder einen
uch in den Kessel hängen, so daß
höhere Büchse erfordert wird (ver-
ter unten darüber gesagt ist).
die als eigentliche Sicherheitsventile
um allein durch Dampf von einer er-
nnung gehoben zu werden, oder um eine
mpfspannung anzukündigen, müssen ganz
ch seyn und also ganz und gar in Büch-
lossen werden, die wiederum, außer mit

Obschon der Durchschnitt der Büchse dem zweifachen Inhalte der Ventilöffnung gleich seyn muß (Art. 182), so braucht jedoch der Durchmesser des cylindrischen Gewichts nicht viel kleiner, als der Durchmesser der Büchse, genommen zu werden; denn durch den Raum zwischen diesem Gewichte und der innern Seite der Büchse braucht kein Dampf durchzugehen (siehe besonders Fig. 257). Allein es wird dann das Gewicht vielleicht etwas höher gestellt, um in der Nähe des Ventiles alle Behinderung für den Dampfausfluß durch die Ausflußröhre zu beseitigen (vergl. z. B. Fig. 254 und Fig. 265). Die Abzugröhre muß so nahe wie möglich an der Oeffnung des Ventiles angebracht werden, und ihre Richtung sey eher aufsteigend (Fig. 26) als horizontal, damit auch die geringste Behinderung des Dampfes wegfalle.

Die Ventilspindel muß außerhalb des Deckels mit einem Ring oder einem Griffe versehen werden, so daß man ohne alles Hinderniß die Gewichte auf die Ventilspindel und den Deckel über die Spindel auf die Büchse bringen kann. Für diesen Zweck wird der eben erwähnte Griff mit einer Schraube oder einem Bolzen am Ende der Ventilspindel dergestalt befestigt, wie z. B. in Fig. 256 und 258 angegeben ist, oder auch auf eine andere Art. Auch kann die Spindel einen festen Griff oder einen festen Haken Fig. 257 haben, darf aber dann nicht fest mit dem Ventile verbunden seyn, sondern sie muß senkrecht durch die Oeffnung des Gewichtes Q in den Mittelpunkt des Ventiles geschraubt werden. Diese Verbindungsart ist inzwischen weniger gut und verursacht auch bei dem Stellen des Ventiles oder bei dem Oeffnen der Büchse vielen Aufenthalt.

Um das Ventil zu steuern, nämlich um dasselbe mit der Hand zu heben, wird an den Ring

der Spindel eine Schnur befestigt, die irgendwo über dem Kessel über eine Leitrolle geschlagen ist, und mit welcher der Heizer, oder der Maschinenaufseher das Ventil aufzieht. Ist die Last zu schwer, um auf diese Weise das Ventil zu steuern, so wird das Ende der Spindel nicht mit einem Griffe versehen, sondern läuft durch ein Auge im Arme eines Hebels der ersten oder der zweiten Art und wird nachher von einer Schraubenmutter zurückgehalten, damit das Ventil aufgehen könne, ohne den Hebel zu drehen, und zugleich geöffnet werde, wenn der Hebel entweder unmittelbar, oder durch Vermittelung einer über eine Leitrolle geschlagenen Schnur gezogen wird. Von dieser Einrichtung ist bereits ein Beispiel gegeben in §. III. des letzten Kapitels der vorhergehenden Abtheilung (vergl. Fig. 94, 99 Nr. 1 und 2 und Fig. 101 Taf. X und XI).

Um dem Apparate der Büchse eines Sicherheitsventiles die kleinstmögliche Extension zu geben, kann das Belastungsgewicht zum Theil oder ganz außerhalb der Büchse angebracht werden; denn die Büchse eines für den Heizer oder Maschinenaufseher zugänglichen Sicherheitsventiles hat allein den Zweck, zu verhindern, daß der Dampf einen andern Ausweg als durch die Abzugröhre nehme. Die Einrichtung kann so getroffen werden, wie sie in Fig. 259 dargestellt ist; aber man kann das Gewicht oder einen Theil desselben auch in den Kessel hängen, so daß dann auch keine höhere Büchse erfordert wird (vergleiche was weiter unten darüber gesagt ist).

Ventile, die als eigentliche Sicherheitsventile dienen sollen, um allein durch Dampf von einer erhöhten Spannung gehoben zu werden, oder um eine erhöhte Dampfspannung anzukündigen, müssen ganz unzugänglich seyn und also ganz und gar in Büchsen verschlossen werden, die wiederum, außer mit

Schraubenbolzen, auch noch mit Vorlegschlössern verwahrt werden können. Die Leitung der Ventilspindel muß in diesem Falle innerhalb der Büchse geschehen, z. B. auf die in Fig. 255, 260 und 261 abgebildete Weise, oder die Spindel muß unten durch zwei Augen geleitet werden, oder es muß statt einer Spindel ein büchsenförmiger oder kreuzförmiger Schwanz mit dem Ventile verbunden seyn u. s. w. Die Einrichtung des Sicherheitsventiles Fig. 27 Taf. II, die früher bereits beschrieben ist, kann hier aufs Neue in Betrachtung kommen; sie verdient besondere Empfehlung für den Fall, daß das Ventil als Verräther einer erhöhten Dampfspannung dienen soll, denn der Dampf kann durch die Löcher der Büchsenhaube nicht entweichen, ohne ein großes Getöse zu verursachen und nach seinem Entweichen lästig zu seyn.

Verschlossene Ventile und Nothventile auf Hochdruckkesseln müssen unmittelbar belastet werden. Um eine zu hohe Büchse auf der Kesselhaube zu vermeiden, sobald das Gewicht der Belastung beträchtlich seyn muß, kann man einen Theil dieses Gewichtes innerhalb des Kessels (Fig. 262) in einer schwachen Büchse abcdef anhängen, die blos den Zweck hat, das Anstoßen des Wassers an das Gewicht Q zu verhindern, oder zu verhüten, daß dasselbe bei seinem tiefen Herabhängen mit dem umgebenden Wasser nicht in Berührung komme. Bei ab, ef in der Rundung des Dampfraumes muß die Büchse so viel wie möglich offen seyn, um den Zutritt des Dampfes zum Ventil am wenigsten zu behindern. Die Muttern der Schraubenbolzen mm &c. werden innerhalb des Kessels angebracht.

Eine ähnliche Einrichtung kann auch jederzeit angewendet werden, um ein Hebelventil zu ersetzen.

Auf Dampfbootkesseln kann das Ventil wegen Reibung der Spindel in ihren Leitaugen behindert werden, auf- und niederzugehen und zwar in Folge der Schwankungen des Fahrzeuges, so daß die erwähnte auf- und niedergehende Bewegung nicht in einer vollkommen vertikalen Richtung geschehen kann; oder es kann auch der gute Schluß des Ventiles vermindert werden. Diese Unannehmlichkeit ist inzwischen weniger zu fürchten, wenn die Spindel sowohl unten als oben geleitet wird, als wenn die Leitung blos von oben angebracht ist und das Gewicht ganz frei unten am Ventile hängt; alsdann muß gewiß ein nachtheiliges Verschieben oder Ausweichen des Ventiles stattfinden, und um dieses zu verhüten, hat Tredgold die Anwendung eines Kugelventiles (Fig. 263) vorgeschlagen, weil dieses die Oeffnung in jeder Richtung schließt. Aber es läßt sich vorhersehen, daß durch diese Art des Ventiles kein sehr guter Schluß erlangt werden kann, weil es bei einer genauen Construction den Bewegungen des Fahrzeuges gewissermaßen folgt und unaufhörlich einem Wanken und einem theilweisen Heben unterworfen seyn muß.

Um ein gewöhnliches Sicherheitsventil, welches vom Heitzer oder Maschinenaufseher gesteuert wird, vor Ueberladung zu sichern, darf im Allgemeinen der aus der Büchse hervortretende Theil der Spindel in keiner festen Verbindung stehen mit dem andern Theile der Spindel, welcher sich in der Büchse befindet, so daß dann das Ventil zwar aufgezogen werden kann, aber daß ein auf das Ende der außerhalb der Büchse befindlichen Stange ausgeübter Druck vom Ventile nicht empfunden wird. Dafür lassen sich verschiedene Einrichtungen anwenden.

Das einfachste Verfahren möchte wohl darin bestehen, daß man (Fig. 264) die Ventilspindel nicht

außerhalb ihrer Büchse verlängere, sondern an dieselbe ein Seil oder eine Schnur a b c befestige, welche durch eine Oeffnung des Deckels geht und über eine Rolle läuft, oder mit einem Hebel in Verbindung steht; denn das Ventil kann dann gehoben werden, ohne daß es für Ueberladung zugänglich ist. Besser ist es jedoch, ein Kettchen statt einer Schnur anzuwenden; und weil die Ventilspindel innerhalb der Büchse noch durch das Auge eines besonders angebrachten Querstäbchens de geleitet werden muß, wenn das Ventil eine ähnliche Einrichtung wie die in der Fig. angegebene besitzt, so wird die Anwendung eines Ventiles mit büchsenförmigem oder kreuzförmigen Schwanz (Fig. 265), oder eines Ventiles, dessen hohle Spindel von einem feststehenden Dorn geleitet wird (Fig. 255) eine noch einfachere Einrichtung gewähren.

Um den Durchgang des Dampfes durch die Oeffnung des Büchsendeckels zu verhindern, kann man das Kettchen in der Büchse mit einer kurzen Stange a b Fig. 266 verbinden, so daß letztere durch eine die Oeffnung des Büchsendeckels umgebende Stopfbüchse A geht; auf dem Rande dieser Stopfbüchse ruht die Stange mit einem vortretenden Rand oder Kragen c c, damit sie nicht in die Büchse durchsinken oder in dieselbe hinabgedrückt werden kann.

Endlich kann man bei der Anwendung von Ventilen mit durchlaufenden Spindeln, die sowohl von oben, als von unten geleitet werden müssen, das Anbringen eines Querstäbchens d e Fig. 264, oder eines besondern Ringes in der Ventilbüchse vermeiden, oder lieber einfacher machen, indem man

1) unten mit dem Deckel der Büchse einen Bügel A B Fig. 267 verbindet, welcher unten das Auge O trägt, durch welches das obere Ende der Ventilspindel geleitet wird; oder indem man

2) die kurze Stange a b Fig. 268 selbst zu einem solchen Bügel einrichtet, wodurch jedoch die Leitung des Ventiles während der Bewegung weniger genau geschieht, als in dem Falle, wo die Ventilspindel durch ein festes Auge läuft. Daß die Ventilbüchsen, welche auf eine der beschriebenen Arten eingerichtet sind, wenn sie vor Ueberladung Sicherheit gewähren sollen, um so viel höher, als gewöhnlich seyn müssen, als die Länge des Ventilhubes beträgt, bedarf kaum einer Erklärung.

Ohne die Anwendung eines belasteten Hebels ist es schwierig, einem unmittelbar belasteten Sicherheitsventil eine solche Einrichtung zu geben, daß seine Last immer geringer wird, je höher sie durch den Dampf gehoben, oder je länger sie getragen wird. Es ist indessen leicht, das Ventil zu unterstützen, nachdem es einmal bis zu einer gewissen Höhe gehoben worden ist. Dazu braucht man blos einen Haken a b c Fig. 269, der sich leicht an einem Nagel a bewegt, an den Ring d e, der als Griff der Ventilspindel dient, (oder an die obere Seite einer in der Stange angebrachten Kerbe) anzulegen, dergestalt nämlich, daß, wenn die Stange bis zu einer bestimmten Höhe emporgegangen ist; der Haken durch seine Schwere in den Ring fällt und also das Sicherheitsventil mit seiner Spindel trägt. Der Nagel, an welchem sich der Haken drehen soll, muß mehr oder weniger neben der vertikalen Richtung der Spindel liegen, und der Haken selbst muß eine nicht sehr schräge Kante haben, damit die obere Seite des Griffes der Spindel nicht gegen denselben anstoße, wenn das Ventil aufgeht, sondern den Haken unmerklich zum Ausweichen bestimme; es kann sogar die Richtung dieser Kante ganz senkrecht seyn. Auch in der Büchse eines unmittelbar belasteten Sicherheitsventiles muß eine ähnliche Einrichtung be-

stehen können, sobald nur außerhalb des Ventiles (mittelst eines Kettchens oder eines kleinen Hebels, oder eines Schwengels u. s. w.) Gelegenheit vorhanden ist, den Haken wegzuziehen, damit das Sicherheitsventil wieder niedergehen kann u. s. w.

185) Sicherheitsventile, welche durch einen belasteten Hebel gedrückt werden. Diese können ganz offen, d. h. unverschlossen auf den Kessel gestellt werden; oder das Ventil kann in einer verschlossenen Büchse spielen, während der drükkende Hebel sich außerhalb der Büchse befindet, und das Ventil mit demselben durch den Heitzer oder Maschinenaufseher gesteuert werden kann; oder der ganze Apparat kann in einer verschlossenen flachen Büchse enthalten seyn, was besonders hinsichtlich des zweiten Ventiles auf einem Dampfkessel stattfinden muß. Die Leitung des Ventiles kann auf alle die verschiedenen Arten besorgt werden, welche im vorhergehenden Art. für unmittelbar belastete Ventile angegeben sind; denn der Unterschied besteht hier allein in der Belastungsart des Ventiles und in der Art und Weise, wie während des Hebens die Spindel ohne Wanken auf den Hebel wirkt.

Die Figg. 270 und 271 geben im Durchschnitt zwei gewöhnliche Einrichtungen eines ganz unverschlossenen und eines theilweise verschlossenen, oder in einer Büchse spielenden Ventiles, welches durch belastete Hebel gedrückt wird. Das erste Ventil wird geleitet mittelst eines büchsenförmigen oder kreuzförmigen Schwanzes; die Ventilbüchse ist unmittelbar auf den Kessel gestellt, oder durch Vermittelung eines kurzen Gehäuses, damit nicht ohne Verlängerung der Ventilspindel der Abstand des Hebels AB von der Kesselhaube für das Anhängen des Gewichtes zu gering sey. Dieser Hebel ist ein Hebel der dritten Art; er dreht sich bei A um einen Nagel,

welcher durch die entsprechenden Augen eines gabelförmigen Ständers a b gesteckt ist; bei C drückt der Hebel mit einem ausgehöhlten Knöpfchen e auf das kurze Stiftchen oder auf die kurze Spindel f des Sicherheitsventiles; und bei D wird das Ventil durch ein längliches Auge eines zweiten Ständers c d geleitet. Der Hebel kann auch mit einem spitzig zulaufenden Stift unmittelbar auf den Mittelpunkt des Ventiles drücken, oder unmittelbar (d. h. ohne einen Knopf e) auf die Ventilspindel. Um den Dampf entweichen zu lassen, braucht der Hebel nur gehoben, oder das Gewicht B mehr nach hinten geschoben zu werden; aber um allen Dampf ausfließen zu lassen, muß man ein Ventil von der angegebenen Einrichtung feststellen oder heben, und auf die eine oder auf die andere Weise offen erhalten; manchmal verbindet man für diesen Zweck die kurze Spindel f mit dem Hebel mittelst eines beweglichen Eisendrahtes.

Die zweite Art des Ventiles Fig. 271, — sehr gebräuchlich auf Hochdruckkesseln, oder auch auf Kesseln von niederem Druck, — spielt in einer Büchse und ist zum Theil innerhalb dieser Büchse belastet. Nicht allein unten, sondern auch oben wird ihre Spindel durch eine Oeffnung im Mittelpunkte des Ventildeckels, oder durch eine Stopfbüchse D geleitet. Die Spindel ist nicht fest verbunden mit dem Ventile, sondern mittelst eines Gelenkes oder Gewerbes G (siehe auch die besondere Darstellung bei A oder B), damit das Ventil während des Auf- oder Niedergehens nicht im Geringsten in Folge der möglichen Abweichung der Spindel von der vertikalen Linie wanken möge. Außerhalb der Büchse ist die Spindel mit einem Gewerbe C an den Hebel DCE geschlossen, so daß das Ventil durch den Hebel ganz frei gesteuert werden kann. Der Hebel

dreht sich wie gewöhnlich um einen festen Nagel D und ist bei F noch durch ein Auge geleitet. Das Ventil, welches hier als ein Kugelventil dargestellt ist, kann auch ganz eben, oder mit einem kreuzförmigen, oder auch büchsenförmigen Schwanze versehen seyn; seine Spindel kann auch blos durch den Hebel gedrückt werden, ohne mit demselben verbunden zu seyn; auch kann ein Theil des Belastungsgewichtes im Kessel hängen u. s. w. (Vergl. hier auch besonders die Abbildung des Hebelventiles Fig. 45 Taf. V. und was über die Sicherheitsventile auf Hochdruckkesseln gesagt ist. 2te Abth. 2tes Kap. Art. 55).

Die Belastung eines Sicherheitsventiles mittelst eines Hebels ist häufig mangelhaft, oder vielmehr die auf diese Weise belasteten Sicherheitsventile haben selten ein richtiges Spiel, ohne daß ein Ausweichen oder ein Verrücken, oder ein Seitendruck während des Auf- und Niedergehens stattfindet; und es ist sehr zu verwundern, daß Maschinenbaumeister, oder Mechaniker sich nicht mehr damit beschäftigen, die Gebrechen der oben erklärten Einrichtung wegzunehmen, oder für diesen Zweck sich alle mögliche Mühe zu geben. Denn einmal hat das Auge des Hebels einen zu großen Spielraum um den Nagel herum, dann ist der Hebel einer seitlichen Ausweichung unterworfen; ein andermal klemmt der Hebel in dem länglichen Leitauge D oder F Fig. 270 und 271; und wieder einmal klemmt das Gewerbe, durch welches die Spindel an das Ventil oder an den Hebel geschlossen ist, oder die Spindel erfährt eine sehr nachtheilige Reibung in der Stopfbüchse, durch welche sie oben geleitet wird u. s. w.

Man muß deshalb hauptsächlich bemüht seyn, die Einrichtung so zu treffen:

1) Daß der Hebel zwar eine freie, jedoch so viel wie möglich eine feste und keinem Wanken unterworfene Bewegung um seinen Nagel habe, so daß die Ventilspindel während des Auf- oder Niedergehens keinen nachtheiligen Seitendruck leidet.

2) Daß das Ventil so viel wie möglich frei bewegt werden kann, ohne daß Abweichung von der vertikalen Richtung stattfindet, wenigstens nicht auf eine merkliche nachtheilige Weise.

Der Hebel drehe sich dann um seinen Nagel mit nur so viel Spielraum, daß kein Klemmen oder eine nachtheilige Reibung entsteht; der Nagel kann für diesen Zweck die Gestalt der Schneide eines Waagennagels haben, oder derselbe kann statt eines runden Durchschnittes einen sechseckigen und achteckigen haben. Ferner habe der Hebel um seinen Nagel einen breiten Unterstützungspunkt, und eine der Einrichtungen des Auges, durch welches der Nagel geführt wird, dargestellt im Grundrisse bei A und B Fig. 272 (siehe auch Fig. 44 Taf. V.), hat deshalb den Vorzug vor der gewöhnlichen Einrichtung, nach welcher der Hebel eine durchlaufende gleiche Breite hat und deshalb einem Wackeln unterworfen ist, wenn diese Breite nur 8 bis 12 Linien beträgt. Aber am besten würde es seyn, den Nagel im Hebel zu befestigen und ihn unter der Form einer umgekehrten Schärfe oder Schneide einer Waage (siehe Fig. 272 bei C) an jeder Seite des Hebels in Augen zu unterstützen; denn für die kleine Extension, in welcher sich der Hebel zu drehen hat, ist dann beinahe keine Reibung zu überwinden, während auch häufig ein besonderes Leitauge des Hebels entbehrt werden kann.

Die Leitung der Ventilspindel durch eine Stopfbüchse ist zu widerrathen. Lieber verbinde man die Spindel mit dem Ventile mittelst eines Gewerbes, lasse sie frei, jedoch mit dem wenigst möglichen

Spielraume durch eine Oeffnung im Mittelpunkte des Ventildeckels laufen und nachher frei gegen die untere Seite wirken. Wenn es aber nothwendig ist, die Ventilspindel durch ein Gelenk oder Gewerbe mit dem Hebel zu verbinden, so ist es zugleich auch rathsam, den Unterstützungspunkt des Hebels drehbar zu machen.

Braucht für den ersten Fall die Spindel in keiner Verbindung mit dem Hebel zu stehen, so kann sie oben eben seyn und gegen einen kugelförmigen Knopf des Hebels wirken; aber besser ist es, der Spindel ein kugelrundes Ende zu geben und dieses Ende in einem hohlen Theile des Hebels oder in einer Vorragung desselben wirken zu lassen, weil alsdann der Druck des Hebels auf die Ventilspindel in einer Richtung stattfindet, welche während der Bewegung des Ventiles am wenigsten von der vertikalen Richtung abweicht, welche durch den Schwerpunkt des Ventiles läuft. Statt jedoch die Ventilspindel mit einem einzigen Punkte gegen den Hebel wirken zu lassen, würde es dann auch besser seyn, diese Berührung weiter auszustrecken, indem man z. B. das Ende der Ventilspindel a b Fig. 273 mit einem kurzen runden, oder ebenen Querstäbchen c d versähe, welches gegen eine eben so lange ausgehöhlte oder kugelige Vorragung g wirkte, die mit einer Gabel an dem Hebel e f g befestigt werden kann. Unter dieser Form muß bei einer gehörigen Leitung des Ventiles und bei einer guten Einrichtung des Drehpunktes des Hebels das Heben des Ventiles mit viel Festigkeit geschehen können, ohne daß eine besondere Leitung des Hebels erheischt wird.

Aber die beste Einrichtung muß darin bestehen, daß man mit dem Ende der Ventilspindel A B Fig. 274 ein längliches Stück a b c d von platter Oberfläche verbindet, welches gegen einen Daumen e wirkt,

dessen krummliniger Durchschnitt, oder dessen gebogene untere Fläche ähnlich ist der Form des Hebedaumens einer Welle, mit welcher Schießer gehoben werden (vergl. Theil 2. Abth. 2. Art. 28 und Fig. 227 und 233 in diesem Theile). Denn auf diese Weise muß das Ventil, welches in einer vertikalen Richtung gehoben wird, immer in derselben vertikalen Richtung vom Hebel gedrückt werden und kann deshalb keinen seitlichen Verschiebungen unterworfen seyn, durch welche die Spindel oder der Schwanz während der Bewegung geklemmt, oder mit Reibung in den Leitaugen bewegt werden könnte. Bei dieser Construction ist der Theil fe des Hebels feh ähnlich dem Hebedaumen einer Welle, und der Drehungspunkt f muß um so viel höher liegen, als die untere Seite der Hebelatte e, so daß, wenn man die horizontale Linie fg zieht, die untere Seite der Hebelatte gerade in die Linie komme, wenn das Ventil am höchsten gehoben ist. Die Krümmung der genannten untern Seite ist diejenige einer Kreisevolute, welcher zum Radius den horizontalen Abstand fe des Drehungspunktes f von der vertikalen Linie hat, welche durch den Mittelpunkt des Ventiles läuft (siehe ferner in Bezug auf die Construction die citirten Stellen in Theil 2).

Wenn man für den zweiten Fall, der oben angeführt wurde, die Ventilspindel mittelst eines Gewerbes mit dem Hebel verbinden wollte oder müßte, so könnte der nachtheilige Seitendruck des Hebels auf die Ventilspindel, wenn das Ventil gehoben wird, dadurch um Vieles vermindert werden, daß man den Ständer DE Fig. 275, in welchem sich der Drehpunkt D des Hebels befindet, selbst um ein Gewerbe E drehbar macht. Wenigstens ist diese Einrichtung besser, als diejenige, bei welcher die Spindel AB außer mittelst eines Gewerbes A mit

dreht sich wie gewöhnlich um einen festen Nagel D und ist bei F noch durch ein Auge geleitet. Das Ventil, welches hier als ein Kugelventil dargestellt ist, kann auch ganz eben, oder mit einem kreuzförmigen, oder auch büchsenförmigen Schwanze versehen seyn; seine Spindel kann auch blos durch den Hebel gedrückt werden, ohne mit demselben verbunden zu seyn; auch kann ein Theil des Belastungsgewichtes im Kessel hängen u. s. w. (Vergl. hier auch besonders die Abbildung des Hebelventiles Fig. 45 Taf. V. und was über die Sicherheitsventile auf Hochdruckkesseln gesagt ist. 2te Abth. 2tes Kap. Art. 55).

Die Belastung eines Sicherheitsventiles mittelst eines Hebels ist häufig mangelhaft, oder vielmehr die auf diese Weise belasteten Sicherheitsventile haben selten ein richtiges Spiel, ohne daß ein Ausweichen oder ein Verrücken, oder ein Seitendruck während des Auf- und Niedergehens stattfindet; und es ist sehr zu verwundern, daß Maschinenbaumeister, oder Mechaniker sich nicht mehr damit beschäftigen, die Gebrechen der oben erklärten Einrichtung wegzunehmen, oder für diesen Zweck sich alle mögliche Mühe zu geben. Denn einmal hat das Auge des Hebels einen zu großen Spielraum um den Nagel herum, dann ist der Hebel einer seitlichen Ausweichung unterworfen; ein andermal klemmt der Hebel in dem länglichen Leitauge D oder F Fig. 270 und 271; und wieder einmal klemmt das Gewerbe, durch welches die Spindel an das Ventil oder an den Hebel geschlossen ist, oder die Spindel erfährt eine sehr nachtheilige Reibung in der Stopfbüchse, durch welche sie oben geleitet wird u. s. w.

Man muß deshalb hauptsächlich bemüht seyn, die Einrichtung so zu treffen:

1) Daß der Hebel zwar eine freie, jedoch so viel wie möglich eine feste und keinem Wanken unterworfene Bewegung um seinen Nagel habe, so daß die Ventilspindel während des Auf- oder Niedergehens keinen nachtheiligen Seitendruck leidet.

2) Daß das Ventil so viel wie möglich frei bewegt werden kann, ohne daß Abweichung von der vertikalen Richtung stattfindet, wenigstens nicht auf eine merkliche nachtheilige Weise.

Der Hebel drehe sich dann um seinen Nagel mit nur so viel Spielraum, daß kein Klemmen oder eine nachtheilige Reibung entsteht; der Nagel kann für diesen Zweck die Gestalt der Schneide eines Waagennagels haben, oder derselbe kann statt eines runden Durchschnittes einen sechseckigen und achteckigen haben. Ferner habe der Hebel um seinen Nagel einen breiten Unterstützungspunkt, und eine der Einrichtungen des Auges, durch welches der Nagel geführt wird, dargestellt im Grundrisse bei A und B Fig. 272 (siehe auch Fig. 44 Taf. V.), hat deshalb den Vorzug vor der gewöhnlichen Einrichtung, nach welcher der Hebel eine durchlaufende gleiche Breite hat und deshalb einem Wackeln unterworfen ist, wenn diese Breite nur 8 bis 12 Linien beträgt. Aber am besten würde es seyn, den Nagel im Hebel zu befestigen und ihn unter der Form einer umgekehrten Schärfe oder Schneide einer Waage (siehe Fig. 272 bei C) an jeder Seite des Hebels in Augen zu unterstützen; denn für die kleine Extension, in welcher sich der Hebel zu drehen hat, ist dann beinahe keine Reibung zu überwinden, während auch häufig ein besonderes Leitauge des Hebels entbehrt werden kann.

Die Leitung der Ventilspindel durch eine Stopfbüchse ist zu widerrathen. Lieber verbinde man die Spindel mit dem Ventile mittelst eines Gewerbes, lasse sie frei, jedoch mit dem wenigst möglichen

Spielraume durch eine Oeffnung im Mittelpunkte des Ventildeckels laufen und nachher frei gegen die untere Seite wirken. Wenn es aber nothwendig ist, die Ventilspindel durch ein Gelenk oder Gewerbe mit dem Hebel zu verbinden, so ist es zugleich auch rathsam, den Unterstützungspunkt des Hebels drehbar zu machen.

Braucht für den ersten Fall die Spindel in keiner Verbindung mit dem Hebel zu stehen, so kann sie oben eben seyn und gegen einen kugelförmigen Knopf des Hebels wirken; aber besser ist es, der Spindel ein kugelrundes Ende zu geben und dieses Ende in einem hohlen Theile des Hebels oder in einer Vorragung desselben wirken zu lassen, weil alsdann der Druck des Hebels auf die Ventilspindel in einer Richtung stattfindet, welche während der Bewegung des Ventiles am wenigsten von der vertikalen Richtung abweicht, welche durch den Schwerpunkt des Ventiles läuft. Statt jedoch die Ventilspindel mit einem einzigen Punkte gegen den Hebel wirken zu lassen, würde es dann auch besser seyn, diese Berührung weiter auszustrecken, indem man z. B. das Ende der Ventilspindel ab Fig. 273 mit einem kurzen runden, oder ebenen Querstäbchen cd versähe, welches gegen eine eben so lange ausgehöhlte oder kugelige Vorragung g wirkte, die mit einer Gabel an dem Hebel efg befestigt werden kann. Unter dieser Form muß bei einer gehörigen Leitung des Ventiles und bei einer guten Einrichtung des Drehpunktes des Hebels das Heben des Ventiles mit viel Festigkeit geschehen können, ohne daß eine besondere Leitung des Hebels erheischt wird.

Aber die beste Einrichtung muß darin bestehen, daß man mit dem Ende der Ventilspindel A B Fig. 274 ein längliches Stück abcd von platter Oberfläche verbindet, welches gegen einen Daumen e wirkt,

dessen krummliniger Durchschnitt, oder dessen gebogene untere Fläche ähnlich ist der Form des Hebedaumens einer Welle, mit welcher Schießer gehoben werden (vergl. Theil 2. Abth. 2. Art. 28 und Fig. 227 und 233 in diesem Theile). Denn auf diese Weise muß das Ventil, welches in einer vertikalen Richtung gehoben wird, immer in derselben vertikalen Richtung vom Hebel gedrückt werden und kann deshalb keinen seitlichen Verschiebungen unterworfen seyn, durch welche die Spindel oder der Schwanz während der Bewegung geklemmt, oder mit Reibung in den Leitaugen bewegt werden könnte. Bei dieser Construction ist der Theil fe des Hebels feh ähnlich dem Hebedaumen einer Welle, und der Drehungspunkt f muß um so viel höher liegen, als die untere Seite der Hebelatte e, so daß, wenn man die horizontale Linie fg zieht, die untere Seite der Hebelatte gerade in die Linie komme, wenn das Ventil am höchsten gehoben ist. Die Krümmung der genannten untern Seite ist diejenige einer Kreisevolute, welcher zum Radius den horizontalen Abstand fe des Drehungspunktes f von der vertikalen Linie hat, welche durch den Mittelpunkt des Ventiles läuft (siehe ferner in Bezug auf die Construction die citirten Stellen in Theil 2).

Wenn man für den zweiten Fall, der oben angeführt wurde, die Ventilspindel mittelst eines Gewerbes mit dem Hebel verbinden wollte oder müßte, so könnte der nachtheilige Seitendruck des Hebels auf die Ventilspindel, wenn das Ventil gehoben wird, dadurch um Vieles vermindert werden, daß man den Ständer DE Fig. 275, in welchem sich der Drehpunkt D des Hebels befindet, selbst um ein Gewerbe E drehbar macht. Wenigstens ist diese Einrichtung besser, als diejenige, bei welcher die Spindel AB außer mittelst eines Gewerbes A mit

Oeffnung des Deckels läuft, oder auch auf eine der Arten, welche in den Fig. 264 bis 268 angegeben sind.

Wenn ein Sicherheitsventil von einem belasteten Hebel gedrückt wird, hat man zugleich Gelegenheit, auf eine sehr einfache Weise die Einrichtung so zu treffen, daß die Last, während das Ventil aufgeht, stets leichter werde. Dieses ist bereits ohne eine speciell für diesen Zweck getroffene Einrichtung der Fall bei jedem Ventile, welches von einem belasteten Hebel gedrückt wird, weil während des Aufgehens des Ventiles die Entfernung des Gewichtes vom Drehungspunkte stets kürzer wird, nämlich wenn das Ende des Hebels nicht mit einem Kreisbogen versehen ist, der hier auch keine Dienste leistet. Aber die Verminderung des Druckes ist auf diese Weise sehr gering. Für eine wesentliche Verminderung der Last auf dem Ventile können unter andern vorgeschlagenen Einrichtungen die zwei folgenden als die einfachsten und zweckmäßigsten empfohlen werden.

1) Man hänge nämlich das drückende Gewicht P Fig. 279 an den Hebel ABC des Sicherheitsventiles mittelst eines kupfernen Rädchens D, welches eine dreieckige Auskehlung hat, damit es ohne zu wackeln und auszuweichen, über die dreieckige Außenseite AE des Hebels wie über eine dreieckige Spur laufen kann. Denn sobald das Ventil gehoben wird und der Hebel einen nach hinten überhängenden Stand bekommt, wird das Rädchen mit dem anhängenden Gewichte P nach dem Punkte E verschoben werden, und der Hebelarm des drückenden Gewichtes P wird eine Verkürzung DE erfahren, die so groß gestellt werden kann, als man für gut findet. Damit jedoch die Verschiebung des Gewichtes P nicht bereits stattfinde bei einem sehr geringen Heben des Ventiles, und damit das Rädchen D wieder von selbst zurückgehen kann, nachdem das

Sicherheitsventil gefallen ist, gebe man dem Theil AE eine abgeschrägte Form oder dem ganzen Hebel einen solchen Stand, daß dieser eine geneigte Richtung habe, wenn das Ventil geschlossen ist.

2) Wenn der Hebel BDP Fig. 280 eine aufwärts gebogene Form hat, so erlangt man denselben Effect noch einfacher, während dann die Verminderung der Last nicht plötzlich, sondern allmählig geschieht, was eher Vortheil als Nachtheil bringt. Daß die Verminderung der Länge des Hebelarmes des Gewichtes P bei dieser Einrichtung merklich stattfinden müsse, läßt sich aus der Betrachtung der Figur sehr leicht entnehmen; denn ist das Ventil geschlossen, so ist der Hebelarm der Last = AB, während bei einem geringen Steigen des Ventiles E das Gewicht P in den Stand P′ kommt, so daß dessen Hebelarm die merklich geringere Länge bc hat. Und die Verkleinerung des Hebelarmes wird um desto mehr betragen, je höher das Gewicht P gebracht ist, d. h. je größer die Krümmung des Hebels ist und folglich die Linie PB einen um so größern Winkel mit der horizontalen Linie AB macht.

186. Da es bei einiger praktischen Kenntniß wenige Mühe verursacht, den Sicherheitsventilen eine gehörige Dicke zu geben, die im Verhältnisse zur Größe der Oeffnung steht, welche von ihnen bedeckt und im Verhältnisse zur Last, welche getragen werden soll; und da es auch eben so leicht ist oder vielmehr keine besondere Nachforschung und Berechnung erheischt, die Spindeln oder Stangen der Ventile und die Druckhebel von so zweckmäßiger Dimension in der Dicke seyn zu lassen, daß sie weder brechen, noch sich biegen können, so würde es auch überflüssig seyn, diese Punkte hier bis in die kleinsten Einzelnheiten zu entwickeln. In jedem Falle sind jedoch die Grundsätze für eine Berechnung, wenn

wenn der Kessel, die Sicherheitsventile u. s. w. sich in dem schlechtesten Zustande befänden, oder alles mit der größten Lüderlichkeit und Sorglosigkeit verrichtet würde, und daß also aus diesem andern, sehr besondern Gesichtspunkte betrachtet, die Kenntniß dieser gedachten Sicherheitsmittel nöthig erachtet werden kann.

2) Auf eine Entblößung der Kesselwände, die von der Flamme berührt werden, in Folge von Wassermangel im Kessel. Durch diese Entblößung kann die Kesselwand so geschwächt werden, daß Platzen oder Zusammenfallen derselben selbst bei dem gewöhnlichen, nicht erhöhten Dampfdrucke stattfinden muß und deshalb ohne daß die Sicherheitsventile wirken und auch in ihrem Spiele nicht behindert sind.

3) Auf eine plötzlich erhöhte Dampfspannung, verursacht durch eine plötzliche Sättigung des stark erhitzten Dampfes in der Kesselhaube, wenn Wände oder Boden von Wasser entblößt sind. Denn bei einem unbemerkten Sinken des Wasserniveaus und wenn die bereits glühenden Wände noch einen hinlänglichen Zusammenhang besitzen, kann der Dampf in der Kesselhaube bis zu einem sehr hohen Grade erhitzt werden, ohne daß die Spannung beträchtlich zunimmt (1. Abth. 2. Cap. §. III. Art. 19.). Aber wird er mehr oder weniger mit Wasser geschwängert, dann wächst seine Spannung; ein Sicherheitsventil kann vielleicht aufgehen; das noch übrige Wasser im Kessel, durch das Ausströmen des heißen, jedoch noch sehr elastischen Dampfes in heftige und spritzende Bewegung versetzt, kommt mit dem Dampf in eine ausgebreitetere Berührung, und seine Sättigung kann ein Werk des Augenblickes seyn; wenn die Dampf-

spannung alsdann beträchtlich erhöht ist und derselbe durch die Oeffnung des Sicherheitsventiles nicht rasch genug abfließen kann, so muß eine absolute Vernichtung des Kessels sehr wahrscheinlich stattfinden können.

188. **Besondere Sicherheitsmittel, welche eine erhöhte Dampfspannung anzeigen.**

a) Außer den beiden Sicherheitsventilen auf einem Dampfkessel kann man noch ein drittes, unmittelbar belastetes ebenes Sicherheitsventil von kleinen Dimensionen als ein Nothventil anbringen. Bringt man dieses Ventil an das hintere Ende des Kessels, wo die Dampfspannung am schwächsten ist, und belastet es nicht höher als das am meisten belastete Sicherheitsventil, so kann man ein solches Ventil als ein besonderes Sicherheitsmittel zur Erkennung einer erhöhten Dampfspannung gebrauchen. Aber damit dieses Ventil nicht mehr oder weniger einer unbekannten Ursache unterliege, durch welche die andern Sicherheitsventile behindert oder zugehalten werden könnten, so muß es mit dem Rande seiner Oeffnung eine so wenig wie möglich ausgebreitete Berührung haben. Für diesen Zweck kann man die in Fig. 245 No. 1 oder 2 angegebene Einrichtung hier anwenden, weil die Oeffnung des Ventiles durch den Dampf doch nicht eher erfolgen würde, als in den sehr seltenen Fällen, daß die andern Ventile versagten und deshalb keine wiederholte Gelegenheit zur Beschädigung stattfindet (vergl. Art. 183).

b) Ein anderes Sicherheitsmittel, sicherer in der Wirkung als ein Ventil (oder wohl ganz unfehlbar in seiner Wirkung), bietet sich uns in der Speiseröhre der Kessel für niederen Dampfdruck und in dem Dampfmesser für Hochdruckkessel dar.

Wenn für den niedern Dampfdruck der Dampf im Kessel eine zu hohe Spannung bekommt, so wird das Wasser in der Speiseröhre emporgetrieben; bei der geringsten Oeffnung des mit dem Waagebalken des Schwimmers verbundenen Stöpsels wird der Sammelbehälter der Speiseröhre sehr bald ganz mit Wasser gefüllt und es wird ein allzu großer Vorrath eintreten und sowohl dieses, als die Gewalt, mit welcher alles dieses geschieht, müssen die Erhöhung der Dampfspannung deutlich ankündigen.

Aber wenn der oben genannte Stöpsel oder Zapfen in seiner Oeffnung fest geklemmt seyn sollte, oder wenn seine Wirkung durch die Reibung der Stange des Schwimmers u. s. w. gelähmt worden wäre, so würde das Mittel ganz wirkungslos bleiben. Deshalb muß die Röhre oben eine freie Oeffnung haben, durch welche ihr Dienst sich zugleich auch auf die Ankündigung eines niedern Wasserstandes erstreckt, wenn, wie oben gesagt wurde, die Wirkung des Stöpsels auf irgend eine Weise gelähmt worden wäre. Die Einrichtung einer Speiseröhre, die mit einem schwimmenden Eimer (Fig. 200 oder 201) versehen ist, um auf die Rauch- oder Luftregister zu wirken, entspricht diesem Zweck auch auf die erwünschteste Weise, während durch dieselbe eine gefährliche Dampfspannung, um uns dieses Ausdrucks zu bedienen, niemals entstehen kann, weil der stärkere oder schwächere Zug des Feuers durch die schwächere oder stärkere Dampfspannung von selbst regulirt wird.

Wo keine Speiseröhre von der gewöhnlichen Einrichtung besteht, oder schwer bestehen kann, läßt sich eine besondere Sicherheitsröhre anbringen. Ihre Einrichtung kann ähnlich derjenigen einer Röhre Fig 218 und 219 seyn, die dazu dient, einen zu tiefen Wasserstand im Kessel anzuzeigen. Man kann

derselben z. B. eine um so viel größere Höhe geben, daß der Dampf beinahe $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ mehr Spannung als gewöhnlich bekommen muß, ehe das Wasser bis zum höchsten Punkte der Röhre emporgeführt werden kann. Von diesem höchsten Punkte kann man eine Röhre nach dem Orte leiten, wo sich der Heizer befindet, oder nach einer andern Richtung, und das Wasser wird, wenn es durch diese Röhre abläuft, eine erhöhte Dampfspannung anzeigen, die bei fernerem Anwachs gefährlich werden könnte u. s. w. Am höchsten Punkte müßte durch ein kleines Röhrchen die Verbindung mit der äußern Luft hergestellt werden, damit die Röhre bei einem zu beträchtlichen Steigen des Wassers in derselben, oder bei allzu starkem Zuflusse des Wassers nicht als ein Heber wirkte und der Kessel entweder sein Wasser verlöre oder eine zu große Quantität Wasser zugeführt würde. Man könnte endlich diesen zu starken Zufluß des Wassers noch in einem Behälter stattfinden lassen, welcher auf eins der Sicherheitsventile drückte u. s. w.

Bei der Erzeugung eines sehr hochdrückenden Dampfes muß man das unfehlbarste Erkennungsmittel einer zu hohen Spannung des Dampfes auf das Steigen des Quecksilbers im Dampfmesser gründen. Es kann jeder Quecksilberdampfmesser, möge er nun benutzt werden, um die Spannung eines niedrig drückenden oder eines hochdrückenden Dampfes anzuzeigen, als ein besonderes Sicherheitsmittel betrachtet werden. Denn wenn die Dampfspannung eine gewisse Grenze überschritten hat, ohne daß man darauf aufmerksam geworden ist, so wird das Quecksilber aus der Röhre getrieben, der Dampf findet einen freien Abfluß, und es wird die nahe Gefahr angekündigt. Aber die Oeffnung der Röhre ist gewöhnlich zu eng, als daß durch dieselbe ein voll-

kommener Abzug des Dampfes stattfinden könnte, und das Quecksilber muß dabei ganz oder wenigstens zum Theil verloren gehen, obschon man das obere Ende der Röhre mit einem kleinen Behälter versehen hat, in welchem das Quecksilber aufgefangen werden soll. Es ist deshalb besser, die Erkennung oder auch das Mittel der Verminderung der Kraft der Ursache, welche die Dampfspannung zu sehr erhöhte, abzuleiten von dem Steigen des Schwimmers auf dem Quecksilber in dem aufsteigenden Schenkel des Durchmessers.

Wie man die eben genannte Bewegung des Quecksilberschwimmers zur Steurung des Rauch- oder Luftregisters benutzen könne, und wie für diesen Zweck der Dampfmesser und der dazu gehörige Apparat eingerichtet werden können, ist bereits im vorhergehenden Kapitel §. VII (vergl. auch Fig. 202) vorgeschlagen worden. Und diese Einrichtung kann man als ein höchst zweckmäßiges Sicherheitsmittel betrachten, weil man auf diese Weise ein Mittel besitzt, den Zug des Feuers zu reguliren und eine gefährliche Dampfspannung zu verhindern. Aber Andere scheinen eher beabsichtigt zu haben, durch das Steigen des Quecksilbers über eine bestimmte Grenze ein Erkennungsmittel oder vielmehr einen Verräther der zu hoch gestiegenen Dampfspannung zu erlangen, als die Einrichtung dafür zu benutzen, um dem Wachsthume der Dampfspannung so viel wie möglich entgegen zu wirken. Man hat nämlich vorgeschlagen:

1) Bei einer erhöhten Dampfspannung das Quecksilber aus dem Dampfmesser in einen kleinen Behälter ablaufen zu lassen, der am langen Arm eines mit der Spindel eines Sicherheitsventiles in Verbindung stehenden Hebels hängt, um auf diese Weise dieses Ventil ganz oder zum Theil zu ent-

lasten und die Gelegenheit für das Oeffnen desselben zu befördern u. s. w. Diese Entlastung kann auch geschehen mittelst des Gegengewichtes des Quecksilberschwimmers.

2) Bei einer erhöhten Dampfspannung die Spindel des Quecksilberschwimmers mittelbar oder unmittelbar auf eine Glocke oder auf ein ablaufendes Schlagwerk wirken zu lassen und auf diese Weise die nahende Gefahr anzukündigen.

Auf die erste Weise wird dem Dampfe unmittelbar ein Abzug in dem Augenblicke verschafft, wo seine Spannung bei fernerer Zunahme gefährlich werden könnte, im Fall die Sicherheitsventile versagen sollten. Aber für diesen Zweck muß selbst ein Sicherheitsventil geöffnet werden, welches, wiewohl von kleiner Dimension und eingerichtet als ein Nothventil auf die oben bezeichnete Weise dennoch geklemmt werden oder versagen kann in Folge derselben besondern oder allgemeinen Ursache der gelähmten Thätigkeit der anderen Ventile. Nach der zweiten Art findet keine Unsicherheit statt, aber es wird eine größere Aufmerksamkeit erfordert, und es können Fälle eintreten, in welchen die Anwendung von Verräthern keinesweges rathsam ist, wie auf Dampfbooten u. s. w.

Dessenungeachtet ist es sehr nützlich, die mechanischen Zusammensetzungen für die eben erwähnten Einrichtungen kennen zu lernen; diese könnten folgende seyn:

1) Es sey AB Fig. 281 der aufsteigende Schenkel eines Dampfmessers für hochdrückenden Dampf. Dieser Schenkel sey um so viel länger, als gewöhnlich, daß der Dampf das Quecksilber nicht eher bis ans Ende der Röhre treibe, als nachdem er einen gewissen bestimmten Grad der Spannung erreicht hat. Der niedersteigende Schenkel CD besitze auch eine

größere Länge, damit noch hinlänglich Quecksilber in der Röhre bleibe, nachdem bereits ein Theil desselben ausgeschlossen ist; denn ohne diese Einrichtung könnte die ganze Quantität Quecksilber aus der Röhre getrieben werden. Bei Mangel an Raum in der Tiefe kann der niedersteigende Schenkel erst aufwärts geleitet werden, um ihm eine höhere Stellung zu geben, wie dieses in der Figur bei a b dargestellt ist. Die Röhre ist oben mit einem kleinen Sammelbehälter versehen, aus dessen Boden ein Röhrchen B E F in einer zweckmäßigen Richtung niedersteigt und sich in ein Näpfchen G mündet, welches in einem Ringe am Ende des langen Armes H I eines Hebels H I K hängt, der auf der andern Seite seines Drehungspunktes I mit der Spindel eines Nothventiles L in Verbindung steht. Sobald das Quecksilber emporgetrieben wird bis in den kleinen Sammelbehälter B, so beginnt auch ein Ueberfließen in das Näpfchen G, und es ist ganz leicht zu bewirken, daß das Sicherheitsventil L in einer sehr kurzen Zeit z. B. um 10 bis 20 niederländische Pfunde entlastet wird.

Die Röhre B E F kann nach einer andern Richtung, als nach derjenigen des Kessels geleitet werden; und der Hebel mit dem Ventile können eben so unzugänglich gemacht werden, wenn man sie in eine Büchse schließt, durch deren Deckel das Ende F der Quecksilberröhre laufen kann. Für die Behandlung würde es jedoch einfacher seyn, einen Quecksilberschwimmer anzuwenden und das Gegengewicht W dieses Schwimmers sich in den Ring H des Hebels H I K einhaken zu lassen, wenn das Quecksilber eine gewisse Grenze überstiegen hat. Die Röhre B A D C kann dann kürzer genommen werden, aber damit das Gegengewicht W nicht zu gering werde, muß auch die Röhre weiter seyn, als

gewöhnlich, und die Quantität des nöthigen Quecksilbers wird dann größer. Der Hebel HIK kann auch ersetzt werden durch eine Zusammensetzung gekoppelter Hebel, z. B. durch eine solche, wie sie in der Einrichtung besteht, die in Fig. 278 u. s. w. dargestellt ist.

2) Das Verrathen der Gegenwart einer zunehmenden und gefährlich werdenden hohen Dampfspannung läßt sich auf mehr als eine Weise erlangen. Man kann z. B. das Gegengewicht W des Quecksilberschwimmers eines Dampfmessers Fig. 282 auf das Kniestück abc einer Glocke A so wirken lassen, daß, wenn der Schwimmer bei einer erhöhten Dampfspannung auf das Kniestück Druck ausübt und vor demselben vorübergegangen ist, die Glocke A bewegt und die nahende Gefahr angekündigt werde. Besser würde es aber seyn, wenn man die Einrichtung so trifft, daß das Gegengewicht W Fig. 283 bei einem bestimmten Sinken im Ringe ab des langen Armes abc eines Hebels oder Kniestückes abcd hängen bleibt, welches auf die Feder einer Glocke wirkt, oder lieber in der flachen Kerbe d, welche eine kleine Platte de trägt, die sich um ein Scharnier e dreht und ein Gewichtchen w unterstützt, welches bei dem Heben und Ausgleiten der kleinen Platten de, sobald das Kniestück acd bewegt wird, ungehindert niedersteigen und dadurch die kleine Axe f umdrehen muß, so daß die kurzen Daumen gg dieser Axe dann unaufhörlich auf ein kleines Schlagwerk AB wirken müssen. Die Schnur oder das Kettchen des Gegengewichtes des Quecksilberschwimmers müssen in einen andern Raum als in denjenigen des Kessels oder der Maschine geleitet werden können, und in diesem Raume kann sich der ganze Apparat WabcdewfgAB in einem Kästchen befinden.

Es läßt sich auch leicht begreifen, wie man auf die erklärte oder eine ähnliche Weise ein Rasselwerk in Gang bringen oder sonst ein Geräusch erzeugen könne, um die gefährliche Zunahme der Dampfspannung und die Behinderung der Sicherheitsventile bei Zeiten bekannt werden zu lassen.

Eben so muß die Einrichtung, das Rauchregister oder das Luftregister oder beide durch den Quecksilberschwimmer zu steuern, ersetzt werden können durch eine andere, die zum Zweck hat, wenn die Dampfspannung zu hoch gestiegen seyn sollte, oder noch höher, als es durch einen Verräther angekündigt wird, eine Vorragung mit einer Kerbe in schwankende Bewegung zu setzen (wie in Fig. 283), so daß die Register mit einemmale niederfallen und der Zug des Feuers sogleich abgeschnitten wird. Dieses Mittel würde den Vorzug verdienen vor einem andern, welches mehrmals vorgeschlagen worden ist, nämlich durch das Heben eines Nothventils (jedoch auch durch die Wirkung des Quecksilberschwimmers, oder durch das Ueberfließen von Quecksilber) mittelst einer Zusammensetzung langer Hebel einige Roststangen fallen zu lassen, oder mit einem Schirm die Ausbreitung der Flamme zu hemmen u. s. w. Denn alle diese Apparate verlangen viel Raum und eine genauere Aufsicht, was ihre Anwendung nicht anempfiehlt; und eine größere Sicherheit als andere oben genannte oder beschriebene Mittel geben sie in keiner Hinsicht.

c) Man ist auch auf die Idee gekommen, über eine angebrachte Oeffnung in der Haube eines Dampfkessels oder im Dampfrohre ein Plättchen oder ein verschlossenes Cylinderchen von Kupferblech zu befestigen und dem Metalle dieses Plättchen oder Cylinderchen nur die Dicke zu geben, daß es die Dampfspannung bis zu einer gewissen Grenze aushalten,

aber jenseits derselben zerreißen muß. Auf diese Weise könnte dann durch das Ausströmen des Dampfes die erhöhte Spannung desselben angekündigt werden.

Die große Schwierigkeit bei der Anwendung dieses Mittels liegt vornämlich in der Unsicherheit, oder in dem Zerplatzen des Plättchens, oder des hohlen verschlossenen Cylinderchens, was gerade dann stattfinden soll, wenn die Dampfspannung die im voraus bestimmte Grenze erreicht hat. Denn durch Berechnung kann die Metallstärke für das Plättchen oder Cylinderchen niemals mit Genauigkeit gefunden werden. Für diesen Zweck müssen Versuche angestellt werden mit einer Wasserpresse, die hinsichtlich der genauen Stärke des Metalles ebenfalls nicht sicher sind, indem letzteres überdies kalt geprüft wird; oder man müßte diese Versuche in einem dazu besonders eingerichteten Apparate mit Dampf anstellen, was wiederum andere Schwierigkeiten haben würde, und die Ungewißheit über die absolut gleichen Dimensionen der anzuwendenden Plättchen oder Cylinderchen in Bezug auf diejenigen, welche versucht worden sind, bliebe noch immer unbeseitigt. Wäre das eine und das andere nicht der Fall, so würde man in der Anwendung solcher Plättchen oder Cylinderchen das zuverlässigste und einfachste Sicherheitsmittel besitzen, um zu verhüten, daß die Dampfspannung über eine bestimmte Grenze anwachsen kann. Ereignete es sich auch, daß ein Plättchen oder Cylinderchen zerplatzte, so würde dieser Umstand dennoch keinen Aufenthalt im Fortgange der Arbeit verursachen, sobald man nur mehr Plättchen oder Cylinderchen von gleichen Dimensionen und gleicher Stärke vorräthig hat; denn während der Zeit, welche erforderlich ist, um ein neues Plättchen oder Cylinderchen anzuschrauben, müßte eine besondere,

auf den Kessel gesetzte Röhre, auf welche dieses Plättchen oder Cylinderchen befestigt würde, mittelst eines Hahnes verschlossen werden können.

189) Besondere Sicherheitsmittel, welche einen Wassermangel im Kessel anzeigen.

a) Die Verräther eines zu tiefen Wasserstandes in einem Dampfkessel, deren bestehende oder mögliche Einrichtung in §. II. dieses Kapitels Art. 172 angegeben ist, können an und für sich schon als Sicherheitsmittel betrachtet werden. Sie bestehen in Wasserröhren oder in Schwimmern, die auf Ventile wirken. Die ersteren können allein auf Kesseln für niederen Dampfdruck angewendet, die letztern aber sowohl in Kesseln für hohen Dampfdruck, als in solchen für niedrigen Dampfdruck angebracht werden. Die gewöhnliche Speiseröhre auf einem Dampfkessel von niederem Druck läßt sich recht leicht als eine Wasserstandsröhre einrichten, indem man dieselbe oben durch ein aufsteigendes offenes Röhrchen in freie Communication mit der atmosphärischen Luft setzt. Enthält die Speiseröhre einen schwimmenden, auf das Rauchregister wirkenden Eimer, so besteht die eben genannte Einrichtung bereits von selbst (vergl. Art. 188 Fig. 200 und 201); doch in jedem Falle darf das Ende oder auch wohl die Mündung des in den Kessel umgebogenen Theiles der Röhre nicht weiter unter die Wasseroberfläche reichen, als bis zur Grenze des tiefsten Wasserstandes.

Verräther der zweiten Art sind nicht so unfehlbar, als diejenigen der ersten Art, weil z. B. die Ventile, auf welche die Schwimmer derselben wirken, durch die eine oder die andere Ursache, durch Klemmen oder Ankleben, oder durch einen zu niedern Druck des Dampfes (obschon man gegen letzteres Vorkehrung treffen kann) behindert werden können, sich zur rechten Zeit zu öffnen. Eine solche

Behinderung ist jedoch sehr unwahrscheinlich, wenn das Ventil als ein Nothventil eingerichtet wird (Art. 188) und wenn der ganze Apparat zuweilen untersucht wird.

b) Als ein ganz besonderes Sicherheitsmittel zur Erkennung eines zu tief gefallenen Wasserstandes im Dampfkessel und auch als Ersatzmittel eines der eben genannten und früher angegebenen Mittel kann man auch sich ganz einfach der Bleipfröpfe bedienen, um damit kleine Oeffnungen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 niederländischen Zollen im Boden oder in den Wänden des Kessels zu verschließen. Denn sobald der Wasserstand zu tief sinken sollte und die Bleipfröpfe nicht mehr vom Wasser bedeckt würden, so würden sie schnell schmelzen und der Dampf alsdann durch die genannten Oeffnungen ins Feuer oder in die Feuerzüge getrieben werden müssen, so daß der bestehende Wassermangel alsdann nicht unbekannt bleiben könnte. Schon zu Anfange dieses Jahrhunderts wurde dieses einfache Mittel von Trevithick vorgeschlagen und angewendet, und daß es unfehlbar ist, unterliegt keinem Zweifel.

Es würde jedoch große Unannehmlichkeiten verursachen, wenn ein solcher bleierner Pfropf blos auf eine runde Oeffnung im Boden eines Dampfkessels gesetzt oder gelöthet würde (siehe bei p Fig. 284); denn ohne noch Rücksicht zu nehmen auf den Niederschlag, der sich auf diesem Verschlußstücke ansetzen könnte, so leuchtet es von selbst ein, daß beinahe alles Wasser im Kessel verdampft werden müßte, ehe das Blei schmelzen könnte, es müßte dann der Boden bei einem sehr tiefen Wasserstande, wie es in den Dampfbootkesseln der Fall ist, häufig für einen Augenblick durch die stark schwankende Bewegung des Wassers auf einigen Punkten entblößt werden. Das bleierne Verschlußstück muß vielmehr vom Bo-

den einen solchen Abstand haben, daß nach dem Schmelzen desselben der Wasserstand noch nicht bis zu dem Punkte gefallen ist, unter welchem die an die Feuerzüge grenzenden Wände vom Wasser entblößt werden. Für diesen Zweck muß das bleierne Verschlußstück in zweckmäßiger Höhe in einer der Kesselwände angebracht, oder besser noch mit ihm die Oeffnung a b Fig. 284 eines Röhrchens a b c d verschlossen werden können, welches in oder über eine Oeffnung des Kesselbodens A B geschraubt wird und eine solche Länge hat, daß das Blei sich in der Höhe des Punktes befindet, unter welchem kein ferneres Fallen des Wasserstandes stattfinden soll. Aber die Reinigung der Oberfläche des Bleies muß jedesmal, wenn der Kessel gereinigt wird, mit der größten Sorgfalt vorgenommen werden.

Ueber dem Röhrchen a b c d kann ein Stöpselventil oder ein Hahn angebracht werden, damit man im Stande ist, nach dem Schmelzen des Bleies die Oeffnung a b so lange zu verschließen, bis sich Gelegenheit findet, einen neuen bleiernen Stöpsel in das Röhrchen zu schrauben oder zu löthen. Das Stöpselventil oder der Hahn muß natürlich auswendig am Kessel können gesteuert werden, und den Schlüssel oder Schwengel muß man abnehmen oder befestigen können, um jede unnöthige oder muthwillige Umdrehung zu verhindern.

190) Besondere Sicherheitsmittel, um eine erhöhte Temperatur des Dampfes anzuzeigen.

In Art. 187 ist als dritte mögliche Ursache des Zerplatzens eines Kessels angegeben eine plötzlich gewachsene Dampfspannung, welcher eine starke Erhitzung des Dampfes vorausgegangen ist, ohne daß derselbe so viel mit Wasser gesättigt war, um eine der genannten erhöhten Temperatur entspre-

chende Spannung zu besitzen. Durch einen Dampfmesser wird eine solche plötzlich angewachsene Dampfspannung nicht angezeigt; eher wird das Quecksilber mit Gewalt ausgetrieben und das Sicherheitsventil (dessen Zustand übrigens der erwünschteste seyn kann) mit einemmal gehoben, nicht aber immer, um die Gefahr zu vermindern, sondern häufig, um dieselbe zu vergrößern, wenn der Dampf, der immer mehr mit Wasser gesättigt wird, keinen hinlänglichen Ausgang finden kann.

Die Ursache der beträchtlichen Erhöhung der Temperatur des Dampfes liegt in einer großen Erhitzung irgend einer Kesselwand, indem dieselbe entweder durch einen Wassermangel entblößt wird, oder durch das Herabtreten einiger Gewölbesteine des Feuerzuges, wenn der Kessel eingemauert ist, über der Wasseroberfläche erhitzt werden kann. Jedoch kann man den ersten Umstand eher, als den letzten für die Ursache der Dampferhitzung halten; und wenn deshalb ein Dampfkessel mit einem gut eingerichteten Erkennungsmittel des Wassermangels versehen ist, so hat man eine ungewöhnliche Erhitzung des Dampfes, ohne daß derselbe mit Wasser gesättigt ist und keine entsprechende höhere Spannung besitzt, nicht zu fürchten, so daß alsdann besondere Sicherheitsmittel, um diese erhöhte Temperatur anzuzeigen, als weniger nöthig betrachtet werden können.

Dennoch aber werden solche Mittel angewendet, oder man sollte sie bei einigem Zweifel über die Unfehlbarkeit anderer Sicherheitsmittel nicht für überflüssig halten. Aus diesen Gründen muß hier die Beschaffenheit und Einrichtung derselben angezeigt werden.

a) Thermometer. Ein Thermometer stellt sich am natürlichsten als ein Instrument dar, wel-

ches die Temperatur des Dampfes anzeigt. Es kann bestehen aus einer eisernen Röhre, die unten mit einer Kugel versehen ist und oben etwas enge zuläuft, um die Empfindlichkeit des Thermometers zu vermehren. Ist diese Röhre bis zu einer gewissen Höhe mit Quecksilber gefüllt und läuft sie dampfdicht durch ein Büchschen, welches auf eine Oeffnung in der Kesselhaube geschraubt ist, so daß die Kugel ganz von Dampf umgeben wird, so können die Wärmegrade des Dampfes durch die Ausdehnung und das Steigen des Quecksilbers auf einer gehörig eingetheilten Skale durch einen Zeiger angegeben werden, welcher mit einem Quecksilberschwimmer verbunden ist, wie auch die Dampfspannung durch den Dampfmesser angezeigt wird. Neben den Graden der Wärme könnte man auch die Grade der Dampfspannung bemerken, welche der mit Wasser gesättigte Dampf von der angegebenen Temperatur haben muß. Und träte nun der Fall ein, daß die Dampfspannung vom Dampfmesser viel niedriger angegeben würde, als sie nach dem Stande des Thermometers seyn müßte, so würde dieses ein Fingerzeig seyn, daß der Dampf nicht gehörig gesättigt wäre, und daß eine Gefahr zu entstehen drohte.

Aber es ist keine leichte Sache, die Skale des Thermometers, auf welche hier alles ankommt, durch Versuche genau einzutheilen. Ohne jedoch darauf Rücksicht zu nehmen, kann dieses Instrument, wenn man nicht andere Mittel zur Hilfe nimmt, keinen Dienst leisten, sobald man es nicht anhaltend beobachtet und seine Anzeigen mit denen des Dampfmessers vergleicht. In sofern es von dieser Bedingung abhängig ist, verdient es als ein besonders Sicherheitsmittel keine Empfehlung, es müßte denn die Einrichtung so getroffen seyn, daß bei einer gewissen im voraus bestimmten Tempera-

tur der Quecksilberschwimmer auf eine Glocke oder einen Verräther wirken könnte, wozu inzwischen (um andere Schwierigkeiten gar nicht zu erwähnen) eine beträchtliche Quantität Quecksilber wegen der größern Dimensionen nöthig ist, welche die Röhre alsdann haben muß.

b. Nothventile, welche bei einer erhöhten Temperatur des Dampfes durch die Ausdehnung metallener Stäbe geöffnet werden. Man hat verschiedene Vorschläge gemacht, die große Ausdehnungskraft metallener Stäbe oder Stangen (besonders kupferner Stäbe oder Stangen) zu benutzen, um eine erhöhte Temperatur von ungesättigtem Dampf zu erkennen. Es sey z. B. AB Fig. 215 der Durchschnitt einer Kesselhaube, welche irgendwo eine kleine Oeffnung von z. B. drei Zoll Durchmesser hat, über welcher ein unmittelbar belastetes Sicherheitsventil C angebracht ist, dessen Bewegung auf die eine oder die andere Art geleitet wird. DE sey ein vertikal gerichteter kupferner Stab mit einem ebenen breiten Ende D, welches, wenn der Stab kalt ist, die untere Fläche des Ventiles nicht berührt, sondern z. B. 5 Linien von demselben entfernt ist. Das untere Ende E ist befestigt zwischen zwei eisernen Stangen aec und bdf, welche mit Ringen ab und cd gekoppelt und ferner unverrückbar an der Kesselhaube befestigt sind. Angenommen nun, die kupferne Stange habe eine Länge von 1 Elle, wenn ihre Temperatur 0° ist, so kann man diese Länge auch für die eisernen Stangen annehmen: und es betrage ferner die Spannung des Dampfes im Kessel 5 Atmosphären, was einer Temperatur von 153° entspricht. Wollte man nun annehmen, daß die Temperatur des Dampfes, wenn dieselbe durch einen Wassermangel oder dergleichen nicht gesättigt wäre, nicht 160° überschreiten dürfe,

dann müßte sich bei dieser Temperatur der kupferne Stab um so viel ausdehnen, daß die obere Fläche D desselben die untere Fläche des Ventiles C berührt und dasselbe mehr oder weniger gehoben hätte.

Nach der kleinen Tabelle im 1. Cap. der 1. Abth. §. II. Art. 7 beträgt die Ausdehnung eines kupfernen Stabes von 1 Elle Länge für jeden Grad des Thermometers 0,01878 Linien, und für das Eisen beträgt diese Ausdehnung 0,0126 Linien. Da nun der kupferne Stab DE allein nach oben und die eisernen Stangen ace und bdc allein nach unten ausgedehnt werden können, so ist die Differenz von 0,01878 und 0,0126 = 0,00618 Linien, d. h. die wirkliche Anzahl Linien, um welche das Ende D des Stabes für eine Temperaturerhöhung von 1° der untern Fläche des Ventiles näher rückt. Für eine Temperaturerhöhung von 160° würde dieses deshalb nur höchstens eine Linie betragen, und bei der bereits ansehnlichen Länge des Stabes DE würde dann der Apparat bei dieser vorgeschlagenen Einrichtung nicht mit Nutzen angewendet werden können. Denn außerdem, daß es sehr schwierig ist, die Entfernung des Endes D des Stabes von der untern Fläche des Ventiles weniger als eine Linie betragen zu lassen, wenn der Kessel kalt ist, so muß das Ventil wenigstens um einen halben Zoll gehoben werden und zwar bei dem letzten Grade, um welchen die Temperatur des Stabes erhöht wird.

Man kann jedoch den Stab mit einer Zusammensetzung auf einander wirkender Hebel mit langen Armen in Verbindung bringen, wodurch aus der kleinen Bewegung des Stabes bei seiner Ausdehnung eine größere abgeleitet und aufs Ventil übergetragen wird. Es läßt sich leicht begreifen, daß dieses auf verschiedene Weise geschehen kann

und es ist auch mehr als ein Vorschlag dazu gemacht worden. Es wird dabei der vertikale Stand des kupfernen Stabes behalten, wie auch seine Verbindung mit eisernen Stangen, um ihn aufrecht zu erhalten, und der letzte Hebel wirkt auf eine kleine Stange, welche durch eine Stopfbüchse außer dem Kessel geht, um alsdann auf ein Hebelchen des Ventiles zu wirken. Besser aber würde es seyn, den Stab nicht weit von der Kesselhaube horizontal zu richten, um zu verhindern, daß das Wasser an denselben spritze; denselben alsdann so zu unterstützen, daß seine absolute Ausdehnung (und nicht die Differenz der Ausdehnung des Eisens und Kupfers) zum Heben des Ventiles angewendet werden könnte; und endlich den ganzen Apparat innerhalb des Kessels in Wirkung treten zu lassen. Eine solche zweckmäßigere Einrichtung würde sich alsdann so verhalten können: —

AB Fig. 286 soll einen Längendurchschnitt der Haube eines wagenförmigen oder cylindrischen Kessels darstellen. CD sey ein runder kupferner Stab, welcher bei C anstößt oder fest geschlossen ist in eine eiserne Zwinge AC, die unverrückbar befestigt ist. Der Stab wird ferner getragen in zwei oder mehr runden oder viereckigen geräumigen Augen kupferner Zwingen ac, bd u. s. w. Das freie Ende D des Stabes steht in Verbindung mit dem Ende des kurzen Armes des Winkelhebels DEF, der auf einen zweiten Hebel GHI wirkt. Dieser letztere unterstützt das vertikale Stäbchen ef, welches durch Augen geleitet wird und bestimmt ist, auf die untere Fläche des Ventiles zu wirken. Die Hebelchen können aus Eisen construirt seyn, müssen sich aber auf Nägeln mit messerförmigen Schärfen drehen (nicht auf runden Nägeln), die im Hebel befestigt und in

runden Augen von Bügeln getragen werden, die an die Kesselhaube geschraubt sind.

Wenn der kupferne Stab z. B. eine Länge von anderthalb Ellen hat, so beträgt seine Ausdehnung für 1 Grad Temperaturerhöhung 0,028 Linien; ist nun der Hebelarm EF zehnmal länger als DE, so wird das Ende G des kurzen Armes des folgenden Hebels um 0,28 Linien niedergedrückt; und wenn HI auch wieder zehnmal länger ist, als GH, so wird das Stäbchen ef ungefähr um 2,8 Linien gehoben werden. Für hohe Temperaturen von z. B. 150° nimmt jedoch die Temperatur sehr schnell mit einer Anzahl von Graden zu, so daß das Steigen des Stäbchens ef in einem Augenblicke wohl 6 und mehr Linien betragen kann, und um so viel kann dann zugleich das kleine Sicherheitsventil k gehoben werden, wenn das Stäbchen gegen seine untere Fläche drückt, bevor der Dampf bis auf reichlich 2 Grade sein Maximum der Temperatur erreicht hat.

In der Voraussetzung, daß 150° das Maximum dieser Temperatur seyn soll und daß der Stab eine Temperatur von 8 Grad hatte, wo noch kein Dampf im Kessel war, so muß die obere Fläche des Stäbchens ef einen Abstand von 26 Zollen von der untern Fläche des Ventiles haben, um diese zu berühren, wenn die Temperatur bis auf 148° erhöht worden ist.

Daß Apparate, wie der beschriebene, unfehlbar wirken, wenn sie einmal gut gestellt sind, leidet nicht den geringsten Zweifel, aber das richtige Stellen des Stäbchens ef in Bezug auf die untere Fläche des Sicherheitsventiles, so daß der Abstand dieser beiden Theile gehörig geregelt ist, verursacht keine geringe Schwierigkeit. Denn durch eine Berechnung, wie oben angegeben worden, kann man wohl ziemlich genau finden, wie die Dimensionen der Stäbe und

Hebel zu bestimmen sind, aber nicht genau den Abstand der obern Fläche des kleinen Stäbchens ef von der untern Fläche des Ventiles, wenn der Kessel kalt ist. Dieser Abstand muß durch Versuche bestimmt werden. Der mit einem guten Thermometer versehene Kessel muß geheizt werden, bis der Dampf eine Temperatur hat, über welche er nicht erhitzt werden soll; alsdann muß die Berührung der untern Fläche des Ventiles und der obern des Stäbchens stattfinden. Ist dieses nicht der Fall, so muß die Berührung in dem eben genannten Augenblick hergestellt werden, was auf das Einfachste geschieht, indem man durch den Mittelpunkt des Ventiles eine kurze, mit einem ebenen Scheibchen versehene Spindel schraubt und dieselbe dann so weit auf- oder niederdreht, bis die mehr erwähnten Flächen bei dem voraus bestimmten Stande des Thermometers in genauer Berührung stehen, denn alsdann kann man mit der untern Fläche des Ventiles einen massiven Cylinder verbinden, oder lieber drei Stäbchen von einer Länge, gleich dem Abstande des erwähnten Scheibchens von der untern Fläche des Ventiles.

Obschon dieser Weg, um die Stellung der Theile des Apparates zu bestimmen, der sicherste ist, so läßt sich jedoch der Zweck auch erreichen, wenn man den Apparat in ein Oelbad bringt, das bis zu der verlangten Temperatur erhitzt wird. Der Versuch kann dann sichtbarer und in kürzerer Zeit ausgeführt werden, aber er muß in jedem Falle (wie man ihn auch anstellen mag) mehrmals wiederholt werden und verlangt immer sehr viel Aufmerksamkeit.

c) Schmelzbare Plättchen. Das Sicherheitsmittel, über welches so eben gehandelt wurde, um nämlich durch die Ausdehnung metallener Stäbe die erhöhte Temperatur des Dampfes anzuzeigen, ist vielleicht niemals praktisch angewendet oder versucht

worden, weil es zu umständlich ist und bei der Reinigung des Kessels beständig untersucht werden muß; wie auch aus dem Grunde, weil das Nothventil schwerlich auf einmal so weit geöffnet werden kann, daß der Dampf den reichlichen unbehinderten Ausgang findet, durch welchen die Gefahr, statt vermehrt zu werden, ganz und gar abgewendet wird, ohne daß der Aufseher der Maschine Aufmerksamkeit darauf zu verwenden braucht, um die vorhandenen Sicherheitsventile mit der geringsten Zeitversäumniß zu heben, sobald das Nothventil geöffnet wird.

Ein anderes Mittel, frei von diesem, obschon nicht von anderen Unannehmlichkeiten, doch gleich unfehlbar in Wirkung und keine besondere Aufsicht erfordernd, besteht in der Anwendung von Plättchen oder Scheiben aus einer Metallverbindung, die bei demjenigen Wärmegrade schmelzbar ist, über welchen die Temperatur des Dampfes nicht steigen soll. Diese Legirung besteht aus Zinn, Wismuth und Blei, in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden und dem Wärmegrad entsprechend, bei welchem das Schmelzen stattfinden soll. Es ist aus einiger Erfahrung auf diese Weise ausgemittelt worden, daß eine Verbindung von

3 Th. Zinn, 5 Th. Wismuth und 2 Th. Blei schmilzt bei . . . . . 100°;
1 Th. Zinn, 3 Th. Wismuth und 2 Th. Blei schmilzt bei . . . . . 118°;
1 Th. Zinn, 1 Th. Wismuth schmilzt bei 140°;
2 " " 1 " " " " 168°;
8 " " 1 " " " " 200°.

Und indem man das Verhältniß zwischen den Quantitäten des Zinnes und des Wismuthes anders setzt, als in diesen Angaben angegeben ist, bekommt man Metallegirungen, welche bei andern

Wärmegraden (z. B. bei 120°, 130°, 150° u. s. w.) schmelzbar sind. Für diesen Zweck kann man z. B. das Zinn und das Wismuth besonders schmelzen und in einem kleinen tiefen Löffel verschiedene Quantitäten derselben zusammenmischen; aus dieser Mischung gieße man ebene Scheiben, welche alsdann in ein Becken mit Oel gelegt und langsam bis zu demjenigen Grade erwärmt werden, wo das Schmelzen der Scheiben stattfindet. Dieser Grad von Hitze muß mit einem Thermometer genau beobachtet werden.

Der Gebrauch schmelzbarer Blättchen ist sehr mannichfaltig.

In Frankreich ist er allgemein durchs Gesetz verordnet. Im Königreiche der Niederlande müssen nach Art. 6 des königlichen Beschlusses vom 6ten Mai 1824 alle Dampfkessel von hohem Druck, aber besonders diejenigen, welche aus Gußeisen sind, mit zwei schmelzbaren Plättchen versehen seyn, von denen das eine bei einer Temperatur schmelzbar ist, welche diejenige des Dampfes bei seinem Maximum der Spannung etwas überschreitet, und das andere bei nicht viel höherer Temperatur schmelzbar ist. Wenn z. B. die Temperatur des Dampfes, die seiner höchsten absoluten Spannung im Kessel entspricht, 160° beträgt, so kann man bestimmen, daß das erste Plättchen bei 163° oder 164° und das zweite bei 165° oder 166° schmelzen muß.

Diese Plättchen müssen die Oeffnungen von zwei kurzen auf den Kessel gesetzten Röhren oder Mundstücken bedecken, und dergleichen Oeffnungen pflegen wenigstens so groß, als diejenigen der Sicherheitsventile zu seyn. Die Plättchen werden mit einem Ring auf den Rändern dieser Mündungen angeschraubt, und da der Zusammenhang der Metallegirung bereits stark abnimmt vor derjenigen

Temperatur, die dem Schmelzpunkte nahe steht, und die Plättchen dann leicht zerreißen können, so ist man gewohnt, sie zwischen zwei runde Stücken Metallgaze zu legen, welche von mittelmäßig dickem Eisen- oder Kupferdraht mit keinen zu engen Maschen verfertigt sind. Das Röhrchen, welches mit dem zuerst schmelzbaren Plättchen bedeckt ist, wird neben das am schwersten belastete Sicherheitsventil gesetzt und im Nothfalle sammt demselben von derselben platten ovalen Büchse bedeckt. Sind diese beiden Stücke am hintern Ende des Kessels angebracht, so kommt die Röhre, welche mit dem am wenigsten schmelzbaren Plättchen bedeckt ist, auf das vordere Ende des Kessels.

Auf einigen Dampfkesseln von französischer Fabrik communiciren die Oeffnung des Sicherheitsventiles und des schmelzbaren Plättchens durch dieselbe Röhre mit dem Kessel, während auch, wenn das Ventil und das Plättchen gerade diejenigen sind, welche nicht verschlossen sollen werden, die Schwimmerspindel des Wasserzeigers mit durch dieselbe erwähnte Röhre läuft. Dieser compendiöse Apparat ist in zwei Aufrissen von der Seite und von hinten in den Fig. 287. No. 1 und 2 dargestellt. A ist eine sehr kurze Röhre oder Mündung auf die Kesselhaube a b geschraubt und in zwei kurze Arme B und C auslaufend; die Oeffnung des ersten Armes enthält ein kurzes kupfernes Büchschen zur Oeffnung des Sicherheitsventiles D dienend, von welchem sie bedeckt wird und dessen Einrichtung und Form hier keine besondere Erklärung bedarf. Die Oeffnung des zweiten Armes ist verschlossen oder bedeckt mit dem schmelzbaren Plättchen E (vergl. auch den Durchschnitt in der Linie x y Fig. 287. No. 4) welches zwischen zwei Metallgazestücken liegt und am Umfange vom kupfernen Ringe a b c d bedeckt

wird (vergl. den Grundriß Fig. 287. No. 3), welcher an den Rand des Armes C geschraubt wird. Der Hebel des Wasserzeigers FGH wird auf seinem Nagel G in dem gabelförmigen Ende eines vortretenden Armes GK getragen, welcher mit der Röhre ABC massiv verbunden ist; die Stange IL des Schwimmers läuft durch den Mittelpunkt der Röhre A und ferner durch eine Stopfbüchse e, welche auf den Mittelpunkt oder auf das Deckstück der Röhre geschraubt ist. Die Anbringung des Wasserzeigers findet natürlich nicht statt, wenn die Röhre mit dem Ventil und dem Plättchen in eine flache ovale Büchse eingeschlossen werden sollen.

Der Vorzug, den man den schmelzbaren Plättchen als besonderen Sicherheitsmitteln vor den Nothventilen giebt, welche durch die Ausdehnung metallener Stäbe geöffnet werden, kann allein gegründet seyn auf die viel größere Einfachheit, den die ersteren Apparate vor den letzteren voraus haben, und auf die Rücksicht, daß wenn sie einmal gut angebracht sind, sie weder beständig, noch von Zeit zu Zeit untersucht oder beobachtet zu werden brauchen; und daß sie, wenn das Schmelzen stattfindet, sehr wahrscheinlich sogleich dem Ausflusse des Dampfes eine hinlänglich geräumige Oeffnung darbieten. Denn was die Unfehlbarkeit der Wirkung im richtigen Augenblick anlangt, wo der Dampf sein Maximum der Temperatur erreicht hat, gewähren die schmelzbaren Plättchen keine größere Sicherheit als die Metallstäbe, welche durch Ausdehnung als Folge der Erhitzung wirken. Diese Sicherheit hängt jedoch von der einen Seite ganz und gar ab von der Genauigkeit der Versuche zur Bestimmung des Verhaltens der verschiedenen Metalle, durch deren *sorgfältige* Mischung eine Metallegirung erlangt wird, die gerade schmelzbar ist und *schmelzbar bleibt* (denn

auf die Dauer wird die Qualität des Stoffes der Plättchen wohl sicherlich nicht dieselbe bleiben) bei einem im voraus bestimmten Wärmegrade; und auf der andern Seite hängt sie ab von der Genauigkeit, welche beobachtet werden muß bei dem Stellen und Abmessen der Stäbe, der Stangen und der auf einander wirkenden Hebel, damit das Nothventil bei dem im voraus bestimmten Wärmegrade des Dampfes hinlänglich geöffnet wird.

Wäre es nicht der Fall, daß die Oeffnung für den Ausfluß des Dampfes, welche ein durch die Ausdehnungskraft von Metallstäben geöffnetes Nothventil darbietet, meistentheils sowohl in den ersten, als in den folgenden Augenblicken zu klein ist, um nicht nothwendig auf das schnelle Oeffnen der Sicherheitsventile Aufmerksamkeit verwenden zu müssen, so würde auch die Anwendung dieses Mittels sehr wahrscheinlich eine größere Sicherheit gewähren, als diejenige der schmelzbaren Plättchen. Bei der Anwendung des erst erwähnten Mittels hätte man auch noch einen wesentlichen Vortheil, nämlich nicht genöthigt zu seyn, einige Theile herzustellen oder zu vertauschen, wenn das Nothventil gewirkt hat, weil bei Abnahme der Dampftemperatur alles von selbst wieder in den vorigen Zustand zurückkehrt. Schmilzt dagegen ein Plättchen (was sich leicht bei einer plötzlichen Zunahme der Temperatur ereignen kann, ohne daß noch eine wesentliche Gefahr besteht), so muß man immer, nachdem der Kessel kalt geworden ist, ein neues Plättchen von gleicher Schmelzbarkeit (was wahrscheinlich erreicht wird, indem man aus derselben Legirung eine gewisse Anzahl Plättchen gießt) an dessen Stelle bringen; und das Einzige, was man thun kann, besteht darin, den Apparat so einzurichten, daß das Schmelzen eines Plättchens keine augenblickliche Hemmung der Arbeit zur Folge

hat. Für diesen Zweck kann man z. B. die Mündung C Fig. 287. No. 2, auf welcher das schmelzbare Plättchen E liegt, ein wenig höher machen, um in der Röhre unter dem Plättchen einen horizontalen Hahn oder ein drehbares Stöpselventil anzubringen, welches von außen mit einem besondern (unter der Aufsicht des Maschinenbesitzers befindlichen) Schlüssel zugedreht wird, sobald das Schmelzen des Plättchens eingetreten ist. Oder man kann den Rand des kupfernen Ringes abcd Fig. 287 Nr. 3 und 4 mit einem Schraubengewinde versehen, um beim Schmelzen des Plättchens die entstandene Oeffnung durch Aufschrauben eines flachen, jedoch mit Werg gefüllten Deckels verschließen zu können. Obschon die letzte Einrichtung einfacher ist, als die erste, so hat man bei derselben nicht den Vortheil, daß man während des Fortganges der Maschine die Erneuerung des Plättchens bewerkstelligen kann.

Allgemeine Folgerung aus demjenigen, was in §. V. und §. VI. über die Sicherheitsmittel abgehandelt oder vorgeschlagen worden ist.

191) Die Folgerung, die man aus Allem, was über die Anwendung allgemeiner und besonderer Sicherheitsmittel hier oben verhandelt wurde, ziehen kann, unterliegt keinem Zweifel.

Es müssen, wenn auch nicht auf allen Dampfkesseln, doch wenigstens auf denjenigen, in welchen hochdrückender Dampf erzeugt wird, zwei Sicherheitsventile vorhanden seyn. Diese Ventile müssen am liebsten eben seyn, und der Rand, mit welchem sie auf dem Umfange ihrer Oeffnungen ruhen, muß die kleinstmögliche Extension haben. Die Art und Weise, wie die Bewegung dieser Klappen geleitet wird, die Verschließung und die Sicherung dersel-

den gegen Ueberladung und die fernere besondere Einrichtung kann, entsprechend der Oertlichkeit, dem Zwecke u. s. w., ganz so seyn, wie sie in §. V. für verschiedene Fälle ausführlich angegeben ist. Die Belastung der Sicherheitsventile muß, wo es nur angehen kann, eine unmittelbare seyn; und wenn es unvermeidlich ist, das Ventil durch einen belasteten Hebel zu drücken, so müssen die Regeln zur gehörigen Einrichtung der Hebel, die in §. V. Art. 185 vorgeschrieben sind, sorgfältig in Acht genommen werden.

Bei einer möglichst vollkommenen Einrichtung der Sicherheitsventile, bei aufmerksamer Beobachtung und wiederholter Untersuchung derselben sind besondere Sicherheitsmittel zur Erkennung einer erhöhten Dampfspannung und wenn die Sicherheitsventile durch eine unbekannte Ursache versagen sollten, meistens unnöthig. Nur bei der Anwendung eines sehr hochdrückenden Dampfes oder bei Dampfbootkesseln kann der Zusatz eines solchen Mittels manchmal als rathsam erachtet werden. Für Dampf von niederm Drucke kann ein solches Sicherheitsmittel in einer Sicherheitsröhre (Art. 188 Fig. 218 und 219) bestehen; für hochdrückenden Dampf ist ein kleines ebenes Nothventil, welches auf einem scharfen Rande des aus Kanonenmetall verfertigten Ringes ruht, der die Ventilöffnung umgibt (Art. 188), das einfachste Mittel. Besondere Sicherheitsmittel von einer andern Einrichtung können zwar nicht als unnütz betrachtet werden, jedoch sind dieselben auch eben so wenig allgemein nothwendig.

Ein Verräther des Wasserstandes ist in der That ein Sicherheitsmittel vom größten Belang. Wünschenswerth wäre es, daß auf jedem Dampfkessel ein solches Mittel angewendet würde. Für niedern Druck könnte man sich einer offenen Was-

ferröhre Fig. 218 und 219 bedienen, oder auch eines Wasserschwimmers Fig. 225, wie für den Fall, wo der Dampf einen hohen Druck ausüben soll; Bleipfropfen (Art. 189) eignen sich für Dampfbootkessel, wie auch für andere Kessel mit inneren Heerden, über welchen wenig Wasser steht, vorzüglich gut.

Und wenn ein Kessel mit einem gut eingerichteten Erkennungsmittel des Wassermangels im Kessel versehen ist, so wird auch die Anwendung eines besondern Mittels zur Erkennung einer erhöhten Dampftemperatur ohne erhöhten Dampfdruck (Art. 190) ganz unnöthig.

192) Wenn bei einer Erhöhung der Dampfspannung ein Sicherheitsventil geöffnet wird, so muß die allererste Sorge darauf gerichtet seyn, daß man das Feuer vermindert, indem man es entweder mittelst des Rauch- oder Luftregisters, oder durch theilweises Herausnehmen dämpft; man kann alsdann das zweite Sicherheitsventil, wenn dieses nämlich das zugängliche ist, öffnen; sodann nehme man den Wasserstand im Kessel wahr, wie auch den Stand des Quecksilberschwimmers im Dampfmesser; und wenn der erste nicht zu tief, aber der zweite zu hoch steht, so ist fernere Untersuchung unnöthig. Das Heizen kann alsdann, sobald die Sicherheitsventile gefallen sind, oder wenn der Dampfmesser die gewöhnliche Spannung wieder anzeigt, von Neuem begonnen werden.

Wird ein Wassermangel im Kessel angezeigt, so vermindere man erst das Feuer, ohne dasselbe jedoch ganz zu löschen; alsdann werde Wasser in den Kessel gegeben, wenn eine dazu eingerichtete Handpumpe vorhanden ist; nun erforscht man die Ursache des Wassermangels, möge sie nun bestehen in einem mangelhaften Zustande der Speisepumpe, oder in einem mangelhaften Zustande der Ventile im Steig-

röhre der Pumpe, oder in einer Verstopfung der Speiseröhre, oder in einer gelähmten Thätigkeit des Speiseapparates, oder endlich auch in einem lecken Zustande des Kessels; und wenn diese Ursache nicht schnell genug entdeckt werden kann, oder daß zur Abstellung des Mangels der Kessel kalt seyn, oder die Abnahme einiger Stücke unvermeidlich stattfinden müßte, so muß das Feuer ganz ausgelöscht und der Kessel langsam abgekühlt werden, ohne unmittelbares oder plötzliches Abschlagen des Dampfes, was nach Verlauf von einigen Minuten geschehen kann. Wäre aber der Kessel mit einer Handpumpe versehen, und könnte die Arbeit schwerlich auf einmal unterbrochen werden, so kann man dieselbe, so lange es nöthig ist, fortsetzen, nur muß alsdann die Handpumpe beständig in Thätigkeit erhalten werden, um das Wasser im Kessel bei seiner gehörigen Höhe zu erhalten.

alle Wagnerarbeiten, als Kutschengestelle, Wagen, Räder, Karren, Pflüge rc. ferner alle Arten von Equipagen, Reisewagen, Berlinen, Caleschen, so wie Britschkys, Tandems. Phaetons, Drowskys, Schlitten rc. nach den neuesten und elegantesten Dessins und zweckmäßigsten Verbesserungen, wie sie in Deutschland, Frankreich und England üblich sind, zu verfertigen. Mit einer Zugabe der neuesten Erfindungen in Theorie und Praxis der Wagner- und Kutschenbauerkunst. Ein Handbuch für Wagner und Kutschenfabrikanten, für alle Künstler und Handwerker, die an Wagnerarbeit Theil haben. Für Postbeamte und Equipagenbesitzer, so wie für Liebhaber, welche sich von der Einrichtung der Wagen und Kutschen eine richtige Vorstellung machen und sich darüber unterrichten wollen. Nebst vielen Figuren und Musterbildern. Nach dem Französischen bearbeitet und mit den Erfahrungen der besten deutschen Kutschenfabrikanten vermehrt von Dr. J. C. Rinne. 2 Thle. 8. 3 Rthl. oder 5 fl. 24 kr.

Wie überhaupt in Deutschland für die technischen Wissenschaften ein hellerer Tag angebrochen ist, so wird auch in der Werkstätte des Wagners durch vorstehendes größere, ganz umfassende Werk ein wohlthätiges Licht angezündet, denn es ist nach den besten und neuesten in Frankreich, England und Deutschland vorhandenen Hilfsmitteln abgefaßt, liefert eine vollständige Beschreibung des gesammten Kutschen- und Wagenbaues und aller dazu gehörigen Details, sowie alle in genannten Ländern bis auf heute gemachten Erfindungen und ist mit den seit Kurzem erschienenen kleinern Schriften über dieses Metier nicht zu verwechseln.

